FLIR

ユーザーマニュアル
T4xx シリーズ

ユーザーマニュアル
T4xx シリーズ

Publ. No. T559772, rev. 5296 – ja-JP

目次

1 免責条項 1
1.1 免責条項 1
1.2 米国政府規制 1
1.3 著作権 1
1.4 品質保証 2
1.5 特許権 2
1.6 EULA Terms 2
2 警告および注意 4
3 ユーザーへの通知 7
3.1 ユーザー フォーラム 7
3.2 キャリブレーション 7
3.3 精度 7
3.4 電気廃棄物の処理 7
3.5 トレーニング 7
3.6 文書の更新 7
3.7 このマニュアルについての重要なお知らせ 7
4 ユーザー ヘルプ 8
4.1 一般 8
4.2 質問を送信する 8
4.3 ダウンロード 8
5 クイック スタート ガイド 9
5.1 手順 9
6 アイテムリスト 10
6.1 輸送ケースの内容 10
6.2 付属品リスト 10
7 人間工学に関する注釈 13
7.1 一般 13
7.2 図 13
8 カメラ部品 14
8.1 背面ビュー 14
8.1.1 図 14
8.1.2 説明 14
8.2 前面ビュー 15
8.2.1 図 15
8.2.2 説明 15
8.3 底面図 16
8.3.1 図 16
8.3.2 説明 16
8.4 バッテリー状態インジケーター 16
8.4.1 一般 16
8.4.2 図 16
8.4.3 説明 17
8.5 レーザー ポインター 17
8.5.1 一般 17
8.5.2 図 17
8.5.3 レーザー警告ラベル 17
8.5.4 レーザー規則および規定 18
9 画面要素 19
9.1 図 19
9.2 説明 19
10 メニューシステムのナビゲート 20
10.1 図 20
10.2 説明 20

11 外部デバイスおよび記憶メディア 21
11.1 図 21
11.2 説明 21
12 Bluetooth デバイスを接続する 22
12.1 一般 22
12.2 手順 22
13 外部 Extech メーターからデータを取得する 23
13.1 一般 23
13.2 図 23
13.3 サポートされる Extech センサー 23
13.4 Extech メーター のテクニカル サポート 23
13.5 手順 23
13.6 一般的な湿度測定と文書化の手順 23
13.6.1 一般 23
13.6.2 手順 23
14 カメラの取り扱い 25
14.1 バッテリーの充電 25
14.1.1 一般 25
14.1.2 バッテリーがカメラ内部にある場合に、複合電源とバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する 25
14.1.3 バッテリーがカメラ外部にある場合に、複合電源とバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する 25
14.1.4 スタンドアロン バッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する 25
14.2 バッテリーの挿入 26
14.2.1 手順 26
14.3 バッテリーの取り外し 27
14.3.1 手順 27
14.4 カメラをオン· オフする 27
14.5 レンズの角度を調整する 28
14.5.1 一般 28
14.5.2 図 28
14.5.3 手順 28
14.6 日よけを取り付ける 28
14.6.1 一般 28
14.6.2 手順 28
14.7 レーザー ポインタの使用 29
14.7.1 図 29
14.7.2 手順 29
15 画像およびフォルダの取り扱い 31
15.1 赤外線カメラ フォーカスを調整する 31
15.1.1 手順 31
15.2 画像をプレビューする 31
15.3 一般 31
15.3.1 手順 31
15.4 画像の保存 31
15.4.1 一般 31
15.4.2 メモリ カードのフォーマット 31
15.4.3 画像容量 32
15.4.4 手順 32
15.5 画像を定期的に保存する 32
15.5.1 一般 32
15.5.2 手順 32
15.6 画像を開く 32
15.6.1 一般 32

15.6.2 手順 32
15.7 画像を手動で調整する 33
15.7.1 一般 33
15.7.2 例 1 33
15.7.3 例 2 33
15.7.4 温度計測レベルの変更 33
15.7.5 温度計測スパンの変更 34
15.8 オーバーレイ グラフィックを使用する 34
15.8.1 一般 34
15.8.2 手順 34
15.9 画像の削除 34
15.9.1 一般 34
15.9.2 手順 34
15.10 Adobe PDF レポートを作成する 34
15.10.1 一般 34
15.10.2 手順 34
16 融合を取り扱う 36
16.1 融合とは 36
16.2 融合の種類 36
16.3 画像の例 36
16.4 手順 37
17 ビデオの操作 39
17.1 ビデオ クリップを録画する 39
17.1.1 一般 39
17.1.2 手順 39
18 測定ツールおよびアイソサーモを使用する 40
18.1 測定ツール間のセットアップ 40
18.1.1 一般 40
18.1.2 手順 40
18.2 差分計算を設定する 40
18.2.1 一般 40
18.2.2 手順 40
18.3 アイソサーモのセットアップ 40
18.3.1 一般 40
18.3.2 高温アイソサーモのセットアップ 41
18.3.3 低温アイソサーモのセットアップ 41
18.3.4 指定温度レベル間のアイソサーモのセットアップ 41
18.3.5 湿度アイソサーモのセットアップ 41
18.3.6 断熱アイソサーモのセットアップ 42
18.4 測定ツールの削除 42
18.4.1 手順 42
18.5 測定ツールの移動 42
18.5.1 手順 42
18.6 エリアのサイズ変更 43
18.6.1 手順 43
18.7 オブジェクト パラメータを変更する 43
18.7.1 一般 43
18.7.2 パラメータのタイプ 43
18.7.3 推奨値 43
18.7.4 手順 44
19 画像注釈 45
19.1 一般 45
19.2 デジタル写真を自動で追加する 45
19.2.1 一般 45
19.2.2 手順 45

19.3 デジタル写真を手動で追加する ... 45
19.3.1 一般 ... 45
19.3.2 手順 ... 45
19.4 音声注釈を追加する ... 46
19.4.1 一般 ... 46
19.4.2 手順 ... 46
19.5 表を追加する ... 46
19.5.1 一般 ... 46
19.5.2 フィールドと値の定義 ... 46
19.5.3 手順 ... 47
19.6 テキストを追加する ... 47
19.6.1 一般 ... 47
19.6.2 手順 ... 48
19.7 スケッチを追加する ... 48
19.7.1 一般 ... 48
19.7.2 手順 ... 48

20 設定の変更 ... 49
20.1 カメラ設定の変更 ... 49
20.1.1 一般 ... 49
20.1.2 手順 ... 49
20.2 選択を変更する ... 49
20.2.1 一般 ... 49
20.2.2 手順 ... 49
20.3 接続を変更する ... 49
20.3.1 一般 ... 49
20.3.2 手順 ... 50
20.4 地域設定を変更する ... 50
20.4.1 一般 ... 50
20.4.2 手順 ... 50

21 カメラのクリーニング ... 51
21.1 カメラの筐体、ケーブルおよびその他のアイテム ... 51
21.1.1 液体 ... 51
21.1.2 備品 ... 51
21.1.3 手順 ... 51
21.2 赤外線レンズ ... 51
21.2.1 液体 ... 51
21.2.2 備品 ... 51
21.2.3 手順 ... 51

22 技術的なデータ ... 52

23 ピン構成 ... 53
23.1 USB Mini-B コネクタ用ピン接続 ... 53
23.2 ビデオ コネクタのピン構成 ... 53
23.3 USB-A コネクタのピン構成 ... 54
23.4 電源コネクタのピン構成 ... 54

24 寸法 ... 55
24.1 カメラ ... 55
24.1.1 カメラの寸法 ... 55
24.1.2 カメラの寸法 (続き) ... 55
24.1.3 カメラの寸法 (続き) ... 56
24.1.4 カメラ寸法 (続き) (30 mm/15° レンズ) ... 56
24.1.5 カメラ寸法 (続き) (10 mm/45° レンズ) ... 56
24.2 バッテリー ... 57
24.2.1 図 ... 57
24.3 スタンドアロン バッテリー充電器 ... 58

24.3.1 図 ... 58
24.4 バッテリー取り付け時のスタンドアロン バッテリー充電器 ... 59
24.4.1 図 ... 59
24.5 赤外線レンズ (30 mm/15°) ... 59
24.5.1 図 ... 59
24.6 赤外線レンズ (10 mm/45°) ... 60
24.6.1 図 ... 60
25 適用例 ... 61
25.1 湿気および水による損傷 ... 61
25.1.1 一般 ... 61
25.1.2 図 ... 61
25.2 ソケットの不完全な接続 ... 61
25.2.1 一般 ... 61
25.2.2 図 ... 61
25.3 酸化したソケット ... 62
25.3.1 一般 ... 62
25.3.2 図 ... 62
25.4 断熱材の損傷 ... 63
25.4.1 一般 ... 63
25.4.2 図 ... 63
25.5 隙間風 ... 63
25.5.1 一般 ... 63
25.5.2 図 ... 63
26 FLIR Systemsについて ... 65
26.1 赤外線カメラを超える機能 ... 66
26.2 知識の共有 ... 66
26.3 カスタマー サポート ... 66
26.4 当社の製造・ 開発現場から ... 67
27 用語集 ... 68
28 熱測定技術 ... 70
28.1 はじめに ... 70
28.2 放射率 ... 70
28.2.1 サンプルの放射率を見つける ... 70
28.3 反射見かけ温度 ... 72
28.4 距離 ... 72
28.5 相対湿度 ... 72
28.6 その他のパラメータ ... 73
29 赤外線技術の歴史 ... 74
30 サーモグラフィの理論 ... 77
30.1 はじめに ... 77
30.2 電磁スペクトル ... 77
30.3 黒体放射 ... 77
30.3.1 Planck の法則 ... 78
30.3.2 Wien の変位の法則 ... 79
30.3.3 Stefan-Boltzmann の法則 ... 80
30.3.4 非黒体発散体 ... 81
30.4 赤外線半透過性素材 ... 83
31 測定演算式 ... 84
32 放射率表 ... 88
32.1 参考文献 ... 88
32.2 放射率表についての重要な注 ... 88
32.3 表 ... 88

1 免責条項

1.1 免責条項

FLIR Systemsが製造するすべての製品は、FLIR Systemsの指示に準拠して保存、使用、保守が通常通り行われていた場合、最初の購入による配達日から 1 年間、素材および製造時の不良に対し保証されます。

FLIR Systems が製造する非冷却式携帯型赤外線カメラは、FLIR Systems の指示に従い通常の方法で保存、使用、および整備され、購入日より 60 日以内に登録された場合、購入品の配達日から 2 年間、素材および製造時の不良について保証されます。

FLIR Systems が製造する非冷却式携帯型赤外線カメラ用検知器は、FLIR Systems の指示に従い通常の方法で保存、使用、および整備され、購入日より 60 日以内に登録された場合、購入品の配達日から 10 年間、素材および製造時の不良について保証されます。

FLIR Systemsが製造したものではないが FLIR Systemsが最初の購入者に納品したシステムに組み込まれている製品は、特定のサプライヤーの保証がある場合は、その保証のみが付けられています。FLIR Systemsはそのような製品に対し、いかなる責任も負いません。

この保証は最初の購入者のみを対象とし、譲渡できません。また、誤用、不履行、偶発事故、または異常な操作が行われた製品には適用されません。消耗品はこの保証から除外されます。

この保証の対象となる製品で不良が発生した場合、更なる損害を防ぐため、その製品を続けて使用してはいけません。購入者はすぐに不良を FLIR Systems に報告するものとします。これを怠ると保証は適用されません。

FLIR Systems は、調査によりかかる不良が素材によりまたは製造時に発生したことが証明され、上記1年の期間内に FLIR Systems に返品された場合、その自由裁量により、かかる不良製品を無償で修理または交換するものとします。

FLIR Systems は上記に規定した以外の不良に対する責務または法的責任を負いません。

その他の一切の保証は表明または暗示されていません。FLIR Systems は商品性の黙示保証および特定の目的への適合性への免責をここに明示します。

FLIR Systems は、契約や不法行為など他の法理論に基づいていようと、直接的、間接的、特別な、偶発的、または必然の損失または損害に対する責任を負わないものとします。

この保証には、スウェーデンの法律が適用されます。

この保証が原因で、あるいはこの保証に関連して生じた紛争、論争、申し立ては、最終的にはストックホルム商工会議所の仲裁協会の規則に従って解決するものとします。仲裁場所はストックホルムとします。仲裁手続で使用する言語は英語とします。

1.2 米国政府規制

ユーザーマニュアルに記載されている製品は、輸出/再輸出または譲渡に政府の許可が必要な場合があります。詳細は、FLIR Systemsにお問い合わせください。

1.3 著作権

© 2012, FLIR Systems. すべての国での無断複製転載を禁じます。磁気メディア、光学メディア、手作業などいかなる方式または手段であっても、FLIR Systems の書面による承諾なくソースコードを含むソフトウェアの一部を別の言語またはコンピュータ言語に複製、譲渡、複写、翻訳することを禁じます。

FLIR Systemsによる事前の書面による承諾なく、本書全体またはその一部を、いかなる電子メディアまたは機械が読み取りできる形式に複写、コピー印刷、複製、翻訳、または譲渡することを禁じます。

本書に記載された製品に表示される名称および記号は FLIR Systems および・または関連会社の登録商標または商標です。本書にて参照されるその他の商標、商用名、または社名は識別のみを目的に使用されており、各所有者の所有物です。

1.4 品質保証

これらの製品が開発および製造される品質管理システムは ISO 9001 規格に準拠していることが証明されています。

FLIR Systems は開発続行ポリシーを公約しています。そのため、事前に通知することなく本書に記載された各製品を変更および改良する権利を保持しています。

1.5 特許権

次の1つまたは複数の特許または意匠特許が、このマニュアルで記載した製品/機能に適用します。

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1678485; 1732314; 200830143636.7; 2106017; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 4889913; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; 8,018,649 B2; 8,153,971; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; D615116; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DI7002221-6; DI7005799-0; DM/057692; DM/061609; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200610088759.5; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200820105768.8; ZL200830128581.2; ZL200880105769.2; ZL200930190061.9; ZL201030176127.1; ZL201030176130.3; ZL201030176157.2; ZL201030595931.3

1.6 EULA Terms

- You have acquired a device (“INFRARED CAMERA”) that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates (“MS”). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and “online” or electronic documentation (“SOFTWARE”) are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT (“EULA”), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
  - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
  - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
  - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided “AS IS” and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**

- No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S. $250.00).**
- **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
- **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
- **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see http://www.microsoft.com/exporting/.

2 警告および注意

警告

- (クラス A デジタル機器のみに該当) 本機は、無線周波エネルギーを発生、使用しており、当該エネルギーを外部に放射することがあります。取扱説明書に従って設置および使用していない場合、無線通信に影響を与えることがあります。 本機は、FCC 規則第15章 J 項に定められたクラス A コンピュータ機器に関する規制要件に基づいて所定の試験が実施され、これに適合するものと認定されています。この規則は商業環境で機器を操作するときに、電波妨害からの適切な保護を提供することを目的としています。 住宅地域における本機の使用は電波妨害を引き起こすことがあり、その場合ユーザーは自己負担で電波妨害の問題を解決するために必要なあらゆる措置を講じなければなりません。
- (クラス B デジタル機器のみに該当) 本機は、FCC 規則第15章に定められたクラス B デジタル機器に関する規制要件に基づいて所定の試験が実施され、これに適合するものと認定されています。これらの規則は住宅地域で、深刻な電波妨害からの適切な保護を提供することを目的としています。本機は無線周波エネルギーを発生、使用、および外部に放射することがあります。取扱説明書どおりに設置および使用しない場合、無線通信に深刻な影響を与えることがあります。ただし、特定の設置場所で電波妨害が生じないことを保証するものではありません。本機が無線やテレビ受信の深刻な電波妨害の原因になっている場合は (本機の電源のオンとオフを行って確認できます)、次のいくつかの対処方法を実行して電波妨害を解消することをお勧めします。

  - 受信アンテナの方向を変更する、または場所を変更する。
  - 本機と受信機の間の距離を離す。
  - 受信機が接続しているコンセントとは別の回路のコンセントに本機を接続する。
  - 販売店または経験のある無線やテレビ技師に相談して助けを求める。

- (15.19/RSS-210 に準じるデジタル機器のみに該当) 通知: このデバイスは FCC 規則第 15 章およびカナダ産業省の RSS-210 に準じています。操作の際は次の 2 つの条件を満たす必要があります:

  1. このデバイスは深刻な電波妨害を引き起こす可能性はなく、
  2. 望ましくない動作を引き起こす可能性のある電波妨害も含め、このデバイスであらゆる電波妨害を許容する必要があります。

- (15.21 に準じるデジタル機器のみに該当) 通知: (メーカー名) の明示的な承認なく本機に変更や改良を加えると、本機の操作に対する FCC 認可が無効になります。
- (2.1091/2.1093/OET Bulletin 65 に準じるデジタル機器のみに該当) 無線周波放射ばく露情報:デバイスの放射出力は FCC の無線周波ばく露限度を大きく下回ります。とはいえ、デバイスの使用時は、通常の操作で人体に接触する可能性を最小限に抑える必要があります。
- (レーザー ポインタ付きカメラのみに該当:) レーザー ビームを直視しないでください。レーザー ビームが目の炎症の原因になることがあります。
- バッテリーを装着したカメラのみに該当:

  - バッテリーを分解したり、改造したりしないでください。バッテリーには安全および保護のための部品が構成されており、それが損傷されると、過熱、爆発または発火の原因になります。
  - バッテリーの液が漏れて、液体が目に入った場合は、目をこすらないでください。目を水でよくすすぎ、すぐに治療を受けてください。すぐに治療を受けない場合、バッテリー液によって目を損傷することがあります。
  - 指定された充電時間に充電が完了しなかった場合は、充電を継続しないでください。バッテリーの充電を続けると、バッテリーが加熱し、爆発や発火の原因になります。
  - バッテリーの放電には、正しい装置のみを使用してください。正しい装置を使用しないと、バッテリーの性能を落としたり、バッテリーの寿命を縮めてしまうことがあります。正しい装置を使用しないと、不適切な電流がバッテリーに流れてしまうことがあります。これにより、バッテリーが加熱し、爆発で怪我をする可能性があります。

- 液体を使用される前に、該当する MSDS (製品安全データシート) と容器に記載されている警告ラベルをお読みください。液体は取り扱いによっては危険な場合があります。
- A3xx pt/A3xx f シリーズのカメラを支柱や塔などの高所に取り付ける場合は、傷害を防止するために産業標準上の安全手順に従ってください。

注意

- レンズ カバーを装着しているかどうかを問わず、赤外線カメラを高集中エネルギー源 (例えば、レーザー光線を放射する機器や太陽) に向けないでください。これは、カメラの精度に望ましくない影響を与えることがあります。また、カメラの検出素子を損傷することもあります。
- ユーザー資料により指定されているのではない限り、気温が +50°C 以上の場所でカメラを使用しないでください。気温が高いと、カメラの損傷の原因になることがあります。
- (レーザー ポインタ付きカメラのみに該当:) レーザー ポインタを動作させていないとき、保護キャップでレーザー ポインタを保護してください。
- バッテリーを装着したカメラのみに該当:
    - FLIR Systems 製シガー ライター ソケットにバッテリーを接続するための特別アダプターがない場合、バッテリーを車のシガー ライター ソケットに直接接続しないでください。
    - バッテリーの陽極と陰極を金属の物体 (ワイヤなど) でつながないでください。
    - バッテリーを水や塩水に付けたり、バッテリーを濡らさないようにしてください。
    - バッテリーに穴を開けないでください。バッテリーをハンマーでたたかないでください。バッテリーを踏んだり、強い衝撃を与えないでください。
    - バッテリーを火の中や近くに置いたり、直射日光に当てないでください。バッテリーが高温になると、組み込みの保護機能が作動し、充電が中止されます。バッテリーが熱くなると、保護機能が破壊され、さらに過熱したり、故障したり、バッテリの発火の原因になります。
    - バッテリーを火の上に置いたり、バッテリを加熱して温度を上げないでください。
    - バッテリーを火、ストーブの上や付近、または高い温度の場所に置かないでください。
    - バッテリーに直接はんだ付けしないでください。
    - バッテリーの使用中、充電中、または保管中に異常なにおいがしたり、熱くなったり、色が変わったり、形が変わったり、または他の異常な状況が見られたときは、バッテリーを使用しないください。これらの問題が見られた場合は、販売店に相談してください。
    - バッテリーを充電するときは、指定された充電器のみを使用してください。
    - バッテリーを充電できる温度範囲は、ユーザー資料に別途の指定がない限り、±0°C から +45°C です。この範囲外の気温でバッテリーを充電すると、バッテリーが過熱したり故障することがあります。また、バッテリーの性能が低下したり、寿命が縮むことがあります。
    - バッテリーを放電できる温度範囲は、ユーザー資料に別途の指定がない限り、–15°C から +50°C です。この範囲外の気温でバッテリーを使用すると、バッテリーの性能を損ねたり、バッテリーの寿命を縮めてしまうことがあります。
    - バッテリーが古くなった場合、処分する前にバッテリーの両極をテープなどで絶縁してください。
    - バッテリーを装着する前に、水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。
- カメラ、ケーブルおよびその他のアイテムに、溶剤や同様の液体を使用しないでください。損傷の原因になることがあります。
- 赤外線レンズは注意してクリーニングしてください。レンズには、反射防止膜が施されています。
- 赤外線レンズをクリーニングする際は、力を入れ過ぎないでください。これにより反射防止膜が損傷を受けることがあります。
- 炉およびその他の高温アプリケーションでは、カメラに熱シールドを取り付ける必要があります。熱シールドなしで、カメラを炉またはその他の高温のアプリケーションで使用すると、カメラを損傷することがあります。

- (自動シャッターを有効にできるカメラのみに該当)長時間カメラの自動シャッターを無効にしないでください (通常最大 30 分間)。長時間シャッターを無効にしておくと、検出器を破損または修復不能なまで損傷してしまうことがあります。
- 保護構造グレードは、カメラのすべての開口部が指定のカバー、ハッチまたはキャップで閉じられている場合にのみ有効です(これにはデータ ストレージ、バッテリーおよびコネクタ部分を含みませんがこれらに限定されません)。
- (FLIR A3xx f/A3xx pt シリーズ カメラにのみ適用)
  - このマニュアルに記載がある場合を除いて、どのような理由があっても FLIR A3xx pt/A3xx f シリーズのカメラ本体を開けないでください。カバーの取り外しも含め、カメラを分解すると、修復不可能な損傷が発生する可能性があり、保証も無効になります。
  - FLIR A3xx pt/A3xx f シリーズのカメラの赤外線光学系には指紋を付けないでください。
  - FLIR A3xx pt/A3xx f シリーズのカメラでは DC24 V の電源が必要です。指定の入力電圧範囲から逸脱した電圧または指定の動作温度範囲から逸脱した温度でカメラを使用すると、修復不可能な損傷が発生する可能性があります。
  - FLIR A3xx pt シリーズのカメラを持ち上げるときは、カメラの本体とベースを持つようにします。ケーブル等を持たないでください。
- (FLIR GF309 カメラにのみ適用) 注意: FLIR GF309 赤外線カメラのきわめて広い温度範囲は、精度の高い電気的および機械的検査を実行することを目的とします。また、「炎を透かして見る」ことで、ガス燃料炉、化学ヒーター、石炭ボイラーを検査することができます。こうした環境で正確な温度測定値を得るために、GF309 のオペレータは放射分析の基礎に加えて、遠隔温度測定に影響を与える燃焼の生成物および条件を十分に理解しておく必要があります。Infrared Training Center (ITC) では、GF309 オペレータを含むサーモグラフィの専門家に、幅広い世界水準の赤外線トレーニングを提供します。必要なトレーニングと認定取得については、FLIR 販売代理店にお問い合わせいただくか、www.infraredtraining.com で ITC にアクセスしてください。

3 ユーザーへの通知

3.1 ユーザー フォーラム

弊社のユーザー フォーラムでは、赤外線分析を行う世界中のユーザーと意見を交換したり、問題や赤外線ソリューションを共有したりすることができます。フォーラムに参加するには、次のサイトを参照してください。

http://www.infraredtraining.com/community/boards/

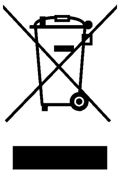
3.2 キャリブレーション

年に一度、カメラをキャリブレーションに出すことをお勧めいたします。カメラの送り先については、お近くの販売店にお問い合わせください。

3.3 精度

正確な結果を得るため、カメラの起動後 5 分以上経過してから温度を測定することをお勧めいたします。

3.4 電気廃棄物の処理



ほとんどの電気製品と同様、この装置は環境にやさしい方法で処理を行う必要があります。また、電気廃棄物に関する既存の規制を順守する必要があります。

詳細については、お近くの FLIR Systems 代理店にお問い合わせください。

3.5 トレーニング

赤外線測定のトレーニング情報については、次のサイトを参照してください。

- http://www.infraredtraining.com
- http://www.irtraining.com
- http://www.irtraining.eu

3.6 文書の更新

取扱説明書は年に数回更新されます。また、製品にとって重要な変更通知も定期的に発行されます。

最新の取扱説明書と通知にアクセスするには、以下のDownloadタブにアクセスしてください。

http://support.flir.com

オンライン登録にはほんの数分しかかかりません。ダウンロードエリアでは、他の製品の取扱説明書の最新版や旧バージョンでサポートが終了した製品の取扱説明書も提供されています。

3.7 このマニュアルについての重要なお知らせ

FLIR Systems は、モデル ラインのいくつかのカメラをカバーした汎用マニュアルを発行しています。

従って、マニュアルの記載や説明が、お使いの特定のカメラには当てはまらない場合もありますので、ご注意ください。

4 ユーザー ヘルプ

4.1 一般

カスタマー サポートをお求めの場合は、次のサイトを参照してください。

http://support.flir.com

4.2 質問を送信する

ユーザー ヘルプ チームに質問を送信するには、ユーザー登録が必要になります。オンライン登録は数分で完了します。ナレッジベースで既存の質問と回答などを検索するだけであれば、ユーザー登録は不要です。

質問を送信するときは、次の情報を入手していることを確認してください。

- カメラのモデル名
- カメラの製造番号
- カメラとデバイス間の通信プロトコルまたは方法 (例えば、HDMI、Ethernet、USB™、または FireWire™)
- デバイス タイプ (PC/Mac/iPhone/iPad/Android デバイスなど)
- FLIR Systems製のプログラムのバージョン
- マニュアルの正式名称、出版番号および改訂番号

4.3 ダウンロード

ユーザー ヘルプ サイトでは、以下のものもダウンロードできます。

- 赤外線カメラ用のファームウェア更新。
- PC/Mac ソフトウェア用のプログラム更新。
- PC/Mac ソフトウェアのフリーウェアおよび評価バージョン。
- 最新版、旧版、およびサポートが終了した製品のユーザー マニュアル。
- 機械製図 (*.dxf および *.pdf フォーマット)。
- CAD データ モデル (*.stp フォーマット)。
- 適用事例。
- 技術データシート。
- 製品カタログ。

5 クイック スタート ガイド

5.1 手順

次の手順に従います。

1. バッテリーを 4 時間充電します。
2. カメラにバッテリーを挿入します。
3. カメラの下部にあるカード スロットに SD メモリー カードを挿入します。
4. [オン/オフ] ボタンを押してカメラをオンにします。カメラの起動シーケンスには 45 秒を要します。
5. カメラを対象物に向けます。
6. [プレビュー/保存] ボタンを半押ししてカメラをオートフォーカスします。
7. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込んで、画像を保存します。
8. 次のいずれかを実行します。
    - SD メモリー カードを取り外して、コンピュータに接続されているカード リーダーに挿入します。
    - USB Mini-B ケーブルを使用して、コンピュータをカメラに接続します。
9. ドラッグアンドドロップ操作で、カードまたはカメラから画像を移動します。

6 アイテムリスト

6.1 輸送ケースの内容

- バッテリー (各 2)
- バッテリー充電器
- Bluetooth ヘッドセット*
- キャリブレーション証明
- カメラのレンズ キャップ
- パンフレットをダウンロード
- FLIR ResearchIR ソフトウェア*
- FLIR Tools ソフトウェア
- 輸送用ハード ケース
- レンズ付き赤外線カメラ
- メモリーカード
- ネックストラップ
- 電源、マルチプラグ付き
- 入門ガイド（印刷物）
- 重要情報ガイド
- サービスおよびトレーニング パンフレット
- 日よけ
- USB ケーブル
- ユーザー マニュアル CD-ROM
- ビデオ ケーブル
- 保証期間延長カード

付属するアイテムは、モデルによります。

> 注
> FLIR Systems は、事前の通知なく、どの時点においてもモデル、部品や付属品、およびその他のアイテムを製造中止にしたり、仕様を変更したりする権限を有します。

6.2 付属品リスト

この項には、カメラで使用するために購入できる付属品の一覧を記載しています。

- 1123970 サンシールド
- 1124544 首かけストラップ
- 1124545 ポーチ
- 1196398 バッテリー
- 1196818 レンズ キャップ
- 1196895 FLIR T/B2xx-4xx 用輸送用ハードケース
- 1196960 IR レンズ、f = 10 mm、45°ケース付き
- 1196961 IR レンズ、f = 30 mm、15°ケース付き
- 1910423 USB ケーブル、標準 A - mini-B
- 1910475 アダプタ、USB への SD メモリーカード
- 1910490 シガレット ライター アダプタ キット、12 VDC、1.2 m
- 1910582 ビデオ ケーブル
- 19250-100 IR 窓材 2 インチ
- 19251-100 IR 窓材 3 インチ
- 19252-100 IR 窓材 4 インチ
- APP-10000 FLIR Viewer (iPad/iPhone アプリケーション)
- APP-10001 FLIR リモート (iPad/iPhone アプリケーション)
- DSW-10000 FLIR 赤外線カメラ プレーヤー
- ITC-ADV-3021 ITC アドバンス一般サーモグラフィ コース - 参加者 1 名
- ITC-ADV-3029 ITC アドバンス一般サーモグラフィ コース - グループ 10 名
- ITC-CER-5101 ITC レベル 1 サーモグラフィ コース - 参加者 1 名
- ITC-CER-5105 ITC レベル 1 サーモグラフィ コース - 体験クラスへの追加生徒 1 名
- ITC-CER-5109 ITC レベル 1 サーモグラフィ コース - グループ 10 名
- ITC-CER-5201 ITC レベル 2 サーモグラフィ コース - 参加者 1 名
- ITC-CER-5205 ITC レベル 2 サーモグラフィ コース - 体験クラスへの追加生徒 1 名
- ITC-CER-5209 ITC レベル 2 サーモグラフィ コース - グループ 10 名

- ITC-CER-6101 EN473 IT 認定コース カテゴリ 1、認定付き、1名
- ITC-CER-6109 EN473 IT 認定コース カテゴリ 1、認定付き、グループ最高 10名
- ITC-CON-1001 ITC カンファレンス参加費
- ITC-EXP-0511 ITC サーモグラフィ入門 - 参加者 1 名
- ITC-EXP-0521 ITC サーモグラフィ入門 (夜間または週末) - 参加者 1 名
- ITC-EXP-1001 ITC 1 日トレーニング - 参加者 1 名
- ITC-EXP-1009 ITC 1 日トレーニング - グループ最高 10 名
- ITC-EXP-1011 ITC 短期コース サーモグラフィ入門 - 参加者 1 名 (1 日)
- ITC-EXP-1019 ITC 短期コース サーモグラフィ入門 - 合計 10 名 (1 日)
- ITC-EXP-1021 ITC 社内研修 - 追加参加者 1 名 (1 日当たり)
- ITC-EXP-1029 ITC 社内研修 - グループ最高 10 名 (1 日当たり)
- ITC-EXP-2001 ITC 2 日トレーニング - 参加者 1 名
- ITC-EXP-2009 ITC 2 日トレーニング - グループ最高 10 名
- ITC-EXP-2041 ITC 短期コース電気サーモグラフィ - 参加者 1 名 (2 日)
- ITC-EXP-2049 ITC 短期コース電気サーモグラフィ - 合計 10 名 (2 日)
- ITC-EXP-3001 ITC 3 日トレーニング - 参加者 1 名
- ITC-EXP-3009 ITC 3 日トレーニング - グループ最高 10 名
- ITC-FEE-0120 認定 EN473 IT カテゴリ 1
- ITC-FEE-0130 再認定 EN473 IT カテゴリ 1
- ITC-PRA-2011 ITC 実践コース - ソーラー パネルの点検 - 参加者 1 名 (2 日)
- ITC-PRA-2019 ITC 実践コース - ソーラー パネルの点検 - グループ 最高 10 名 (2 日)
- ITC-SOW-0001 ITC ソフトウェア コース - 参加者 1 名 (1 日当たり)
- ITC-SOW-0009 ITC ソフトウェア コース - グループ最高 10 名 (1 日当たり)
- ITC-SOW-1001 ITC トレーニング FLIR ソフトウェア - 参加者 1 名 (1 日)
- ITC-SOW-2001 ITC トレーニング FLIR ソフトウェア - 参加者 1 名 (2 日)
- ITC-TFT-0100 ITC インストラクターの移動時間
- ITC-TOL-1001 インストラクターの旅費および宿泊費 (ヨーロッパ、バルカン半島、トルコ、キプロス)
- ITC-TOL-1002 インストラクターの旅費および宿泊費 (ロシア/GUS、中東、北アフリカ)
- ITC-TOL-1003 インストラクターの旅費および宿泊費 (中央および南アフリカ)
- ITC-TOL-1004 インストラクターの旅費および宿泊費 (複数)
- ITC-TOL-1005 インストラクターの旅費および宿泊費 (その他)
- T127451 FLIR Reporter Professional (ライセンスのみ)
- T197000 高温オプション +1200°C、FLIR T/B2xx ~ T/B4xx および A/SC3xx シリーズ向け
- T197214 接写レンズ 2× (50 µm) ケース付き
- T197215 接写レンズ 4× (100 µm) ケース付き
- T197408 IR レンズ 76 mm (6°) ケースおよび T/B-200/400 取り付けサポート付き
- T197412 IR レンズ 4 mm (90°) ケースおよび T/B2xx-4xx 取り付けサポート付き
- T197650 2 ベイ充電器、マルチプラグ電源付き
- T197667 バッテリー パッケージ
- T197717 FLIR Reporter Professional (DVD)
- T197771 Bluetooth ヘッドセット
- T197965 FLIR Tools
- T198206 FLIR ResearchIR 3.1
- T198206L10 FLIR ResearchIR 3.1 (ユーザー ライセンス x 10)
- T198206L5 FLIR ResearchIR 3.1 (ユーザー ライセンス x 5)
- T198209 FLIR ResearchIR Max 3.1
- T198209L10 FLIR ResearchIR Max 3.1 (ユーザー ライセンス x 10)
- T198209L5 FLIR ResearchIR Max 3.1 (ユーザー ライセンス x 5)
- T198290 FLIR ResearchIR 3.x から FLIR ResearchIR Max 3.1 へのアップグレード
- T198291 前のバージョンから FLIR ResearchIR Max 3.1 へのアップグレード
- T198292 前のバージョンから FLIR ResearchIR 3.1 へのアップグレード
- T199802 T2xx-4xx シリーズ一般メンテナンス
- T199815 T2xx-4xx シリーズ 1 年間延長保証
- T910737 メモリー カード マイクロ SD アダプタ付き
- T910750 電源、マルチプラグ付き
- T910972 EX845: クランプ メーター + IR therm TRMS 1000A AC/DC
- T910973 MO297: 水分計、ピンなし、メモリー付き

6 アイテムリスト

注
FLIR Systems は、事前の通知なく、どの時点においてもモデル、部品や付属品、およびその他のアイテムを製造中止にしたり、仕様を変更したりする権限を有します。

7 人間工学に関する注釈

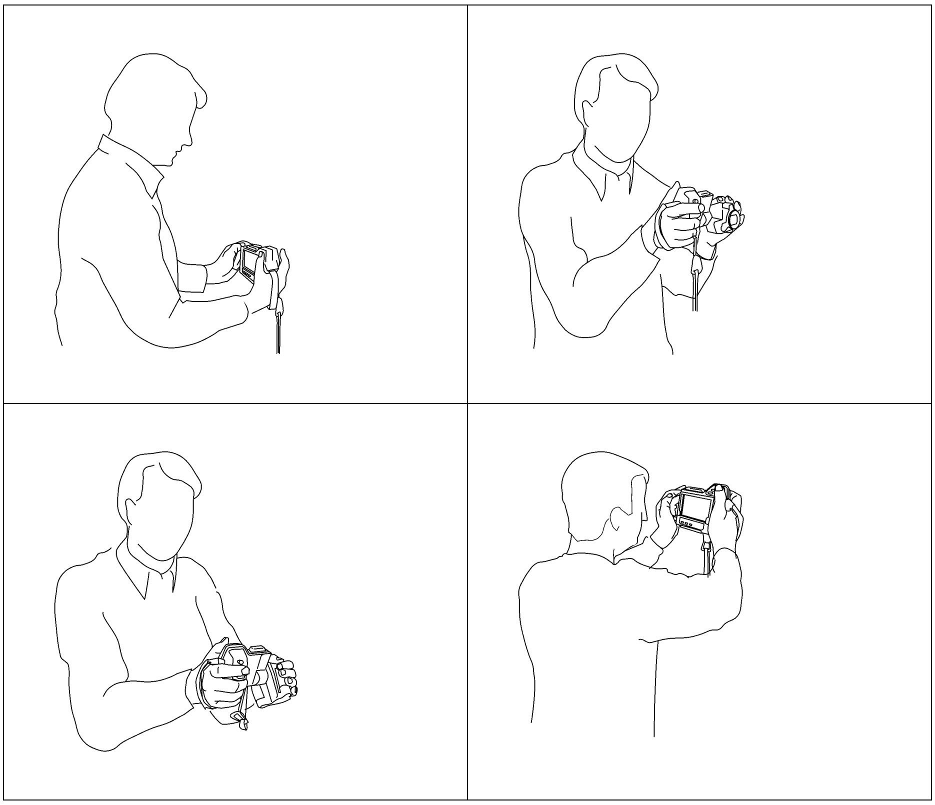
7.1 一般

疲労の蓄積によるケガを回避するため、人間工学的に正しくカメラを持つことは重要です。このセクションでは、カメラの持ち方に関するアドバイスと例を説明します。

注
以下の点に注意してください。

- 常に作業位置に適したレンズ角度に調整してください。
- カメラを保持するとき、カメラの筐体を左手でも支えるようにしてください。これにより、右手への負荷を軽減することができます。

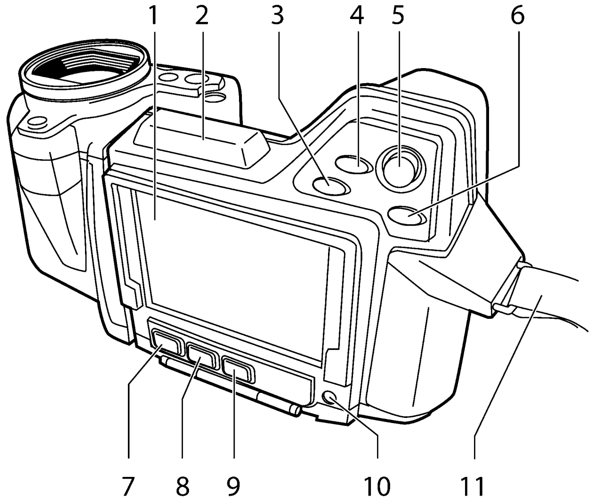
7.2 図



8 カメラ部品

8.1 背面ビュー

8.1.1 図



8.1.2 説明

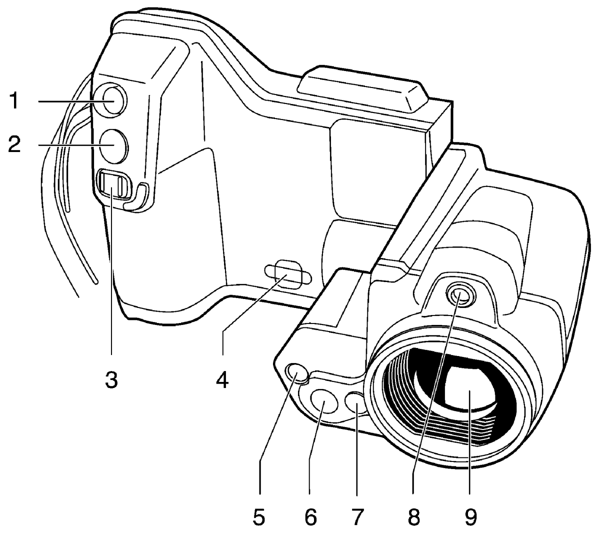
1. タッチ スクリーン LCD。
2. 無線通信用アンテナ。
3. デジタル ズーム ボタン。
4. プログラム可能なボタン。
5. ジョイスティック: 上下または左右に動かして、メニュー、ダイアログボックス、および画像アーカイブ内でナビゲートします。押すと選択が確定します。
6. [メニュー/戻る] ボタン: 押すと画面にメニューが表示されます。ダイアログ ボックスでは、押すと前に戻ります。
7. [モード] ボタン: 押すとモード セレクタが表示され、そこでカメラのモードを選択できます。選択できるモードは次のとおりです。
   - [赤外線カメラ]: 赤外線画像を取得できます。
   - [デジタル カメラ]: 可視画像を取得できます。
   - [熱融合]: 各部の温度に応じて赤外画像で表示された部分と可視画像で表示された部分が混在した画像を取得できます。
   - [ピクチャー イン ピクチャ]: 中央部を赤外画像、外周部を可視画像とした画像を取得できます。
   - [*MSX*] (Multi Spectral Dynamic Imaging): 対象のエッジを強調した赤外画像を取得できます。
8. [A/M] ボタン: このボタンには、2 つの主要機能があります。
   1. 1 つは自動調整モードと手動調整モードの切り替えで、もう 1 つは手動調整モードの選択です。選択できる手動調整モードは次のとおりです。
      - [手動]: このモードでは、ジョイスティックを上下に押すことで、スケールに表示されている温度レベルの上限と下限を同時に変更できます。また、ジョイスティックを左右に押すと温度スパンを変更できます。
      - [手動最低]: このモードでは、ジョイスティックを上下に押すことで、スケールに表示されている温度レベルの下限を変更できます。上限は変化しません。
      - [手動最高]: このモードでは、ジョイスティックを上下に押すことで、スケールに表示されている温度レベルの上限を変更できます。下限は変化しません。

2. このボタンをクリック音が鳴るまで押したままにすると、画像を自動調整できます。

9. [アーカイブ] ボタン: このボタンを押して、画像ギャラリーを開閉します。
10. [オン/オフ] ボタン: カメラのオンとオフを切り替えます。カメラの起動シーケンスには 45 秒を要します。
11. ハンド ストラップ

8.2 前面ビュー

8.2.1 図



8.2.2 説明

1. [レーザー ポインタ] ボタン: 押すとレーザー ポインタがアクティブになります。
2. このボタンには、次の 2 つの主要機能があります。
   1. [プレビュー/保存]:このボタンを完全に押し込むと、赤外画像と可視画像を同時に保存できます。

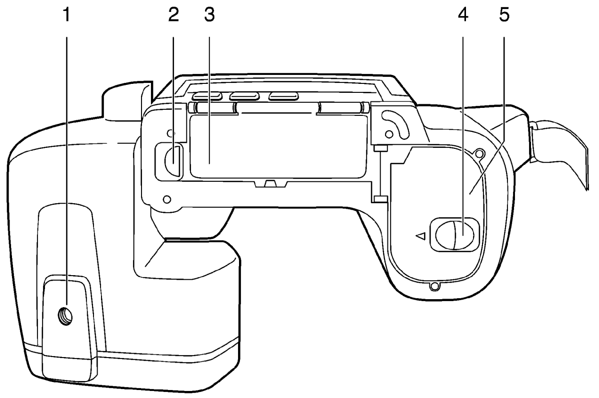
   > 注
   > このボタンの動作は、[設定] で次のいずれかに変更できます。
   > - [プレビュー/保存]。
   > - [直接保存] (デフォルトの設定)。
   > - [常にプレビュー表示する]。

   2. [オートフォーカス]: ボタンを半押しすると、カメラをオートフォーカスできます。
3. [フォーカス] ボタン: 左右に動かして、カメラのフォーカスを手動で調整します。
4. 首かけストラップのカメラへの取り付け位置。
5. ビデオ ランプ。
6. デジタル カメラのレンズ。
7. 追加の赤外線レンズ用解除ボタン。
8. レーザー ポインタ。
9. 赤外線レンズ。

> 注
> レーザー ポインタは、すべての業界で有効ではありません。

8.3 底面図

8.3.1 図



8.3.2 説明

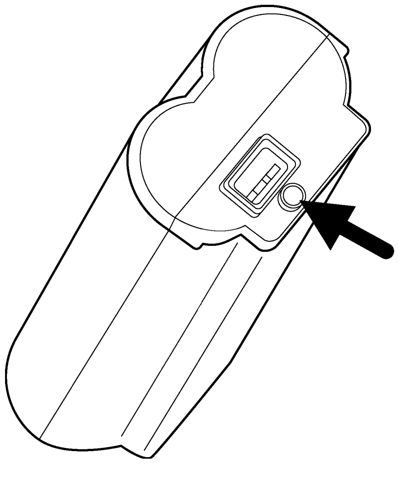
1. 三角架 (1/4"-20)
2. コネクタ ベイのカバーの解除ボタン
3. コネクタ ベイ用カバー
4. バッテリー ケースのカバーの解除ボタン
5. バッテリー ケース用カバー

8.4 バッテリー状態インジケーター

8.4.1 一般

バッテリーには、バッテリー状態インジケーターがあります。

8.4.2 図



8.4.3 説明

信号の種類	説明
緑色に点滅している。	電源またはスタンドアロン バッテリー充電器がバッテリーを充電中。
緑色に点灯している。	バッテリーがフル充電された。
緑色が消灯している。	カメラが電源ではなくバッテリーを使用している。

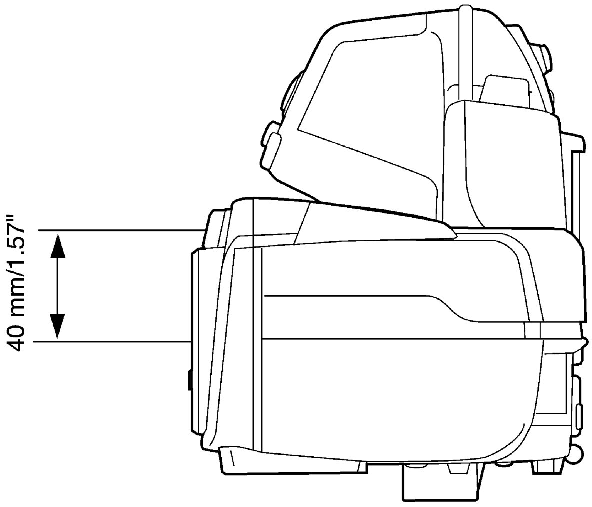
8.5 レーザー ポインター

8.5.1 一般

カメラには、レーザー ポインタがあります。レーザー ポインタがオンになっていると、目標の約 40 mm 上にレーザーの点が表示されます。

8.5.2 図

この図は、レーザー ポインタと赤外線レンズの光心の間にある位置の違いを示しています。



> ⚠ 警告
>
> レーザー ビームを直視しないでください。レーザー ビームが目の炎症の原因になることがあります。

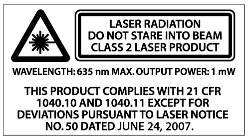
> ⚠ 注意
>
> レーザー ポインタを使用していないときは、保護キャップでレーザー ポインタを保護してください。

注

- レーザー ポインタがオンになると、画面にレーザー警告シンボルが表示されます。
- レーザー ポインタは、すべての業界で有効ではありません。

8.5.3 レーザー警告ラベル

このレーザー警告ラベルと下記の情報はカメラに添付されています。



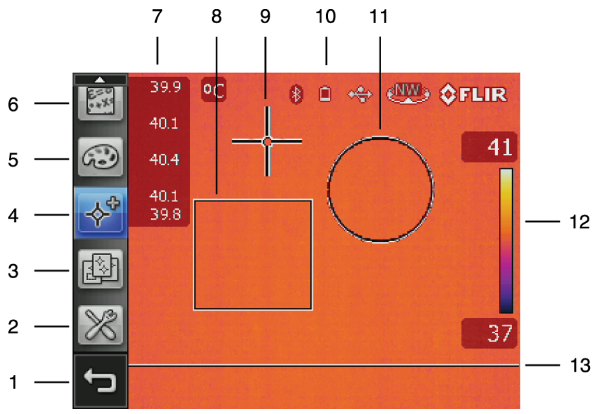
8.5.4 レーザー規則および規定

波長：635 nm、最大出力：1 mW

当製品は 2007 年 6 月 24 日付のレーザー法 No. 50 に応じた変更を除き、21 CFR 1040.10 および 1040.11 を遵守しています。

9 画面要素

9.1 図

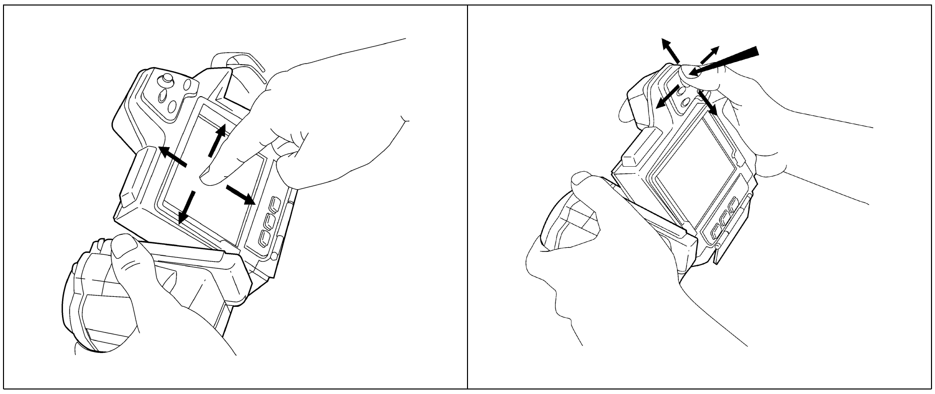


9.2 説明

1. [戻る] ツールバー ボタン。
2. [モード] ツールバー ボタン。
3. [プリセット] ツールバー ボタン。
4. [ツール] ツールバー ボタン。
5. [パレット] ツールバー ボタン。
6. [パラメータ] ツールバー ボタン。
7. 結果表。
8. 測定ボックス。
9. 測定スポットメーター。
10. さまざまなステータスとモードのアイコン (Bluetooth、バッテリー、USB、コンパスなど)。
11. 測定サークル。
12. 温度スケール。
13. 測定ライン。

10 メニューシステムのナビゲート

10.1 図



10.2 説明

上の図は、カメラのメニュー システムをナビゲーションする 2 通りの方法を示します。

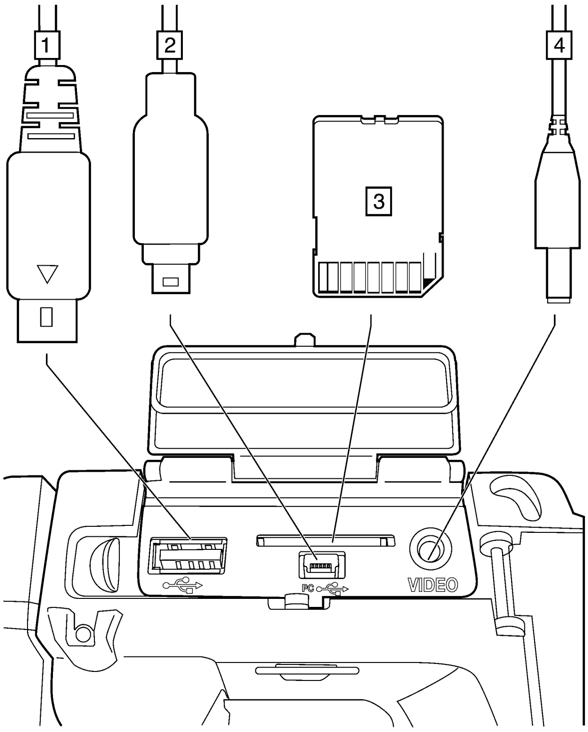
- 人差し指またはスタイラス ペンを使用して、メニュー システムをナビゲーションする (左)。
- ジョイスティックを使用して、メニュー システムをナビゲーションする (右)。

この 2 つを組み合わせて使用することもできます。

このマニュアルでは、ジョイスティックを使用すると仮定していますが、大部分の作業は人差し指またはスタイラス ペンでも実行できます。

11 外部デバイスおよび記憶メディア

11.1 図



11.2 説明

1. 外付け USB デバイスをカメラに接続するには、USB-A ケーブルとこのソケットを使用してください。
2. 画像およびファイルをカメラに (またはカメラから) 移動させるために、コンピュータをカメラに接続するには、USB Mini-B ケーブルとこのソケットを使用してください。
3. SD カードを挿入するには、このカード スロットを使用します。
4. ビデオ モニタをカメラに接続するには、CVBS (コンポジット ビデオ) ケーブル) とこのソケットを使用します。

12 Bluetooth デバイスを接続する

12.1 一般

カメラで Bluetooth デバイスを使用する前に、デバイスを接続する必要があります。

12.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラの電源を入れます。
2. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
3. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
4. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
5. [接続] タブで、[*Bluetooth*] に移動してジョイスティックを押し、Bluetooth 接続を有効にします。
6. 同じタブで、[デバイスを追加] に移動してジョイスティックを押し、デバイスのスキャンを開始します。
   この時点で、Bluetooth デバイスのユーザー マニュアルを参照する必要があります。

13 外部 Extech メーターからデータを取得する

13.1 一般

外部 Extech メーターからデータを取得し、このデータを熱画像の結果テーブルに結合することができます。

13.2 図

13.3 サポートされる Extech センサー

- Extech Moisture Meter MO297
- Extech Clamp Meter EX845

13.4 Extech メーター のテクニカル サポート

support@extech.com

このサポートは Extech メータ-専用です。赤外線カメラのテクニカル サポートは、http://support.flir.com にアクセスしてください。

Extech Instruments 製品については、http://www.extech.com/instruments/ を参照してください。

13.5 手順

> 注
> この手順は、Bluetooth デバイスをペアリングし、[保存] ボタンの機能を [プレビュー/保存] に設定してあることが前提です。

次の手順に従います。

1. カメラの電源を入れます。
2. Extech メーターの電源を入れます。
3. メーターで、Bluetooth モードを有効にします。この方法については、メーターのユーザー マニュアルを参照してください。
4. メーターで、使用する値を選択します (電圧、電流、抵抗など)。この方法については、メーターのユーザー マニュアルを参照してください。
   メーターからの結果が、赤外線カメラの画面の左上隅にある結果テーブルに自動的に表示されます。
5. 次のいずれかを実行します。
   - 画像をプレビューするには、[プレビュー/保存] ボタンを押します。この時点で、値を追加できます。これを行うには、メーターで新しい測定を行い、赤外線カメラの画面で [追加] をクリックします。
   - プレビューなしで画像を保存するには、[プレビュー/保存] ボタンを押し続けます。
   - 呼び戻した画像に値を追加するには、画像を呼び戻し後にメーターの電源を入れ、次に赤外線カメラの画面で [追加] を選択します。最大 8 つまでの値を追加することができますが、一部の値は 2 行に分割されることにご注意ください (カメラのモデルによって異なります)。
6. [閉じる] または [保存] をクリックします (カメラ モデルによります)。

13.6 一般的な湿度測定と文書化の手順

13.6.1 一般

以下の手順は、Extech メーターおよび赤外線カメラを使用する他の手順の基本になります。

13.6.2 手順

次の手順に従います。

1. 赤外線カメラを使用して、壁や天井の背後の湿っている可能性がある場所を特定します。
2. 場所が特定された場合は、水分計を使用して、さまざまな疑いがある場所の湿度レベルを測定します。
3. 特に興味がある点が特定されたら、読み取った湿度を水分計のメモリーに保存し、手書きまたはその他の熱識別マーカーで測定スポットを識別します。
4. メーターのメモリーから読み取り値をリコールします。水分計は、この読み取り値を赤外線カメラに継続的に送信します。
5. カメラを使用して、識別マーカーがある場所の熱画像を撮ります。水分計から送信された保存データは、この画像にも保存されます。

14 カメラの取り扱い

14.1 バッテリーの充電

> 注
> カメラを初めてお使いになる前に、バッテリーを 4 時間充電する必要があります。

14.1.1 一般

バッテリー電圧低下の警告が画面に表示されたら、バッテリーを充電する必要があります。

バッテリーを充電するには、次のいずれかを行います。

- バッテリーがカメラ内部にある場合は、複合電源およびバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電します。
- バッテリーがカメラ外部にある場合は、複合電源およびバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電します。
- スタンドアロン バッテリー充電器を使用してバッテリーを充電します。

14.1.2 バッテリーがカメラ内部にある場合に、複合電源とバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する

> 注
> 分かりやすくするために、以下の説明では「複合電源とバッテリー充電器」を「電源」と呼びます。

14.1.2.1 手順

次の手順に従います。

1. バッテリー ケースのふたを開きます。
2. 電源ケーブル プラグをバッテリー コネクタに接続します。
3. 電源メイン電気プラグをメイン ソケットに接続します。
4. 緑色のバッテリー状態インジケーターが点灯し続ける場合は、電源ケーブル プラグを外してください。

参照：

バッテリー状態インジケータの詳細については、8.4 バッテリー状態インジケーター, ページ 16を参照してください。

14.1.3 バッテリーがカメラ外部にある場合に、複合電源とバッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する

> 注
> 分かりやすくするために、以下の説明では「複合電源とバッテリー充電器」を「電源」と呼びます。

14.1.3.1 手順

次の手順に従います。

1. バッテリーを平らな面の上に置きます。
2. 電源ケーブル プラグをバッテリー コネクタに接続します。
3. 電源メイン電気プラグをメイン ソケットに接続します。
4. 緑色のバッテリー状態インジケーターが点灯し続ける場合は、電源ケーブル プラグを外してください。

参照：

バッテリー状態インジケータの詳細については、8.4 バッテリー状態インジケーター, ページ 16を参照してください。

14.1.4 スタンドアロン バッテリー充電器を使用してバッテリーを充電する

14.1.4.1 手順

次の手順に従います。

1. バッテリーをスタンドアロン バッテリー充電器に入れます。
2. 電源ケーブル プラグをスタンドアロン バッテリー充電器のコネクタに接続します。
3. 電源メイン電気プラグをメイン ソケットに接続します。
4. 緑色のバッテリー状態インジケーターが点灯し続ける場合は、電源ケーブル プラグを外してください。

参照：

バッテリー状態インジケータの詳細については、8.4 バッテリー状態インジケーター, ページ 16を参照してください。

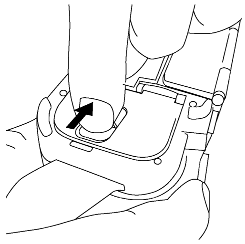
14.2 バッテリーの挿入

注
バッテリーを装着する前に、清潔で乾いた布を使用して水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。

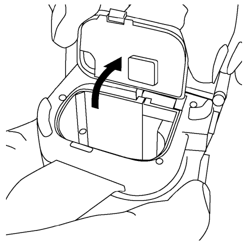
14.2.1 手順

次の手順に従います。

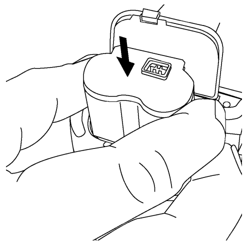
1. バッテリー ケースのカバーにある解除ボタンを押し、ロックを解除します。



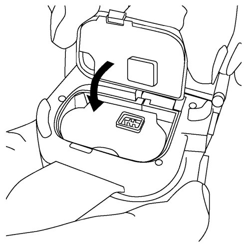
2. バッテリー ケースのカバーを開きます。



3. バッテリー ロック機構が固定されるように、バッテリー区画にバッテリーを押し込みます。



4. バッテリー ケースのカバーを閉じます。

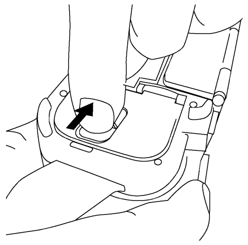


14.3 バッテリーの取り外し

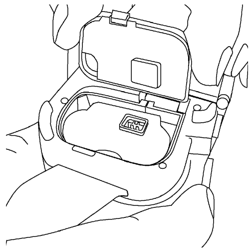
14.3.1 手順

次の手順に従います。

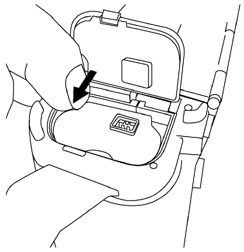
1. バッテリー ケースのカバーにある解除ボタンを押し、ロックを解除します。



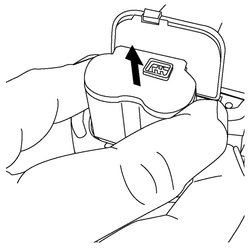
2. バッテリー ケースのカバーを開きます。



3. 赤い解除ボタンを矢印の方向に押し、バッテリーのロックを解除します。



4. バッテリー ケースからバッテリーを引き出してください。



14.4 カメラをオン· オフする

- [オン/オフ] ボタンを押して、カメラの電源を入れます。

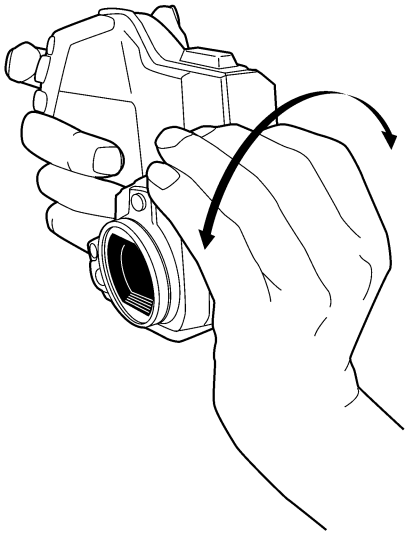
- [オン/オフ] ボタンを押して、カメラの電源を切ります。

14.5 レンズの角度を調整する

14.5.1 一般

作業姿勢をできるだけ快適にするには、カメラ グリップの角度を調整することができます。

14.5.2 図



14.5.3 手順

角度を調整するには、レンズを上下に動かします。

14.6 日よけを取り付ける

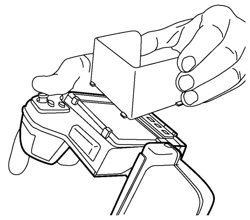
14.6.1 一般

カメラに日よけを取り付けると、明るい日差しの中でも LCD スクリーンが見やすくなります。

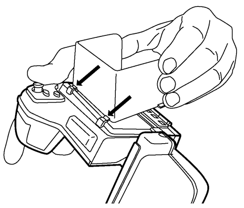
14.6.2 手順

次の手順に従います。

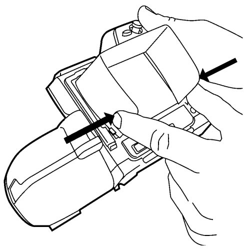
1. 日よけの前面にある 2 つのタブを、スクリーン上部にある対応する 2 つのノッチと位置合わせします。



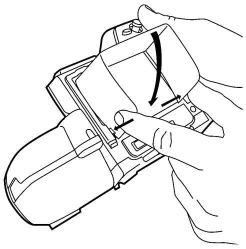
2. 日よけの前面を、所定の位置に押し込みます。2 つのタブが、対応するノッチに係合していることを確認します。



3. 注意して、日よけの背面にある 2 つのウィングを保持します。

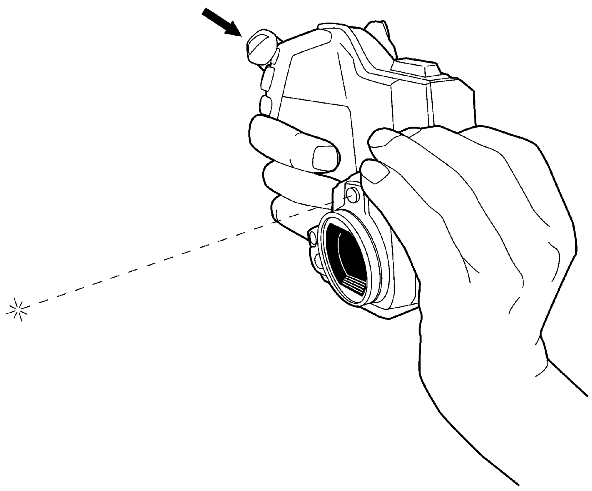


4. 日よけの背部を画面に向かって押し、手を離します。2 つのタブが、対応するノッチに係合していることを確認します。



14.7 レーザー ポインタの使用

14.7.1 図



14.7.2 手順

次の手順に従います。

1. レーザー ボタンを押したままにすると、レーザー ポインタの電源がオンになります。
2. レーザー ボタンを放すと、レーザー ポインタの電源がオフになります。

注
レーザー ポインタは、すべての業界で有効ではありません。

15 画像およびフォルダの取り扱い

15.1 赤外線カメラ フォーカスを調整する

15.1.1 手順

赤外線カメラのフォーカスを調整するには、以下のいずれかの操作を行ってください。

- [フォーカス] ボタンを左に押すと、フォーカスが遠くに設定されます。
- [フォーカス] ボタンを右に押すと、フォーカスが近くに設定されます。
- [プレビュー/保存] ボタンを半押ししてカメラをオートフォーカスします。

> 注
> オートフォーカス中は、カメラを安定して保持することが重要です。

15.2 画像をプレビューする

15.3 一般

プレビュー モードでは、画像を保存する前に、テキスト、テキスト情報を含む表、音声コメント、スケッチなどの様々な種類の注釈を画像に追加できます。追加するには、画像をプレビューすると自動的に表示されるツールバーで注釈を選択します。

プレビュー モードを使用すると、SD メモリー カードに画像を保存する前に、必要な情報が画像に含まれていることを確認できます。

15.3.1 手順

次の手順に従います。

1. 出荷時のカメラは、画像をプレビューせずに直接保存するように設定されています。プレビューを有効にするには、以下の操作を行います。
    1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
    2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
    3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
    4. [選択] タブで、[保存ボタン] に移動して [常にプレビュー表示する] を選択します。
2. 画像をプレビューするには、[プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。

15.4 画像の保存

15.4.1 一般

SD メモリー カードに、1 つまたは複数の画像を保存できます。

15.4.2 メモリ カードのフォーマット

性能を最大限に高めるために、メモリー カードは FAT (FAT16) ファイル システムにフォーマットする必要があります。FAT32 フォーマットのメモリー カードを使用すると、性能が低下します。メモリー カードを FAT (FAT16) にフォーマットするには、次の手順に従います。

1. メモリー カードを、コンピュータに接続されているカード リーダーに挿入します。
2. Windows エクスプローラで、[マイ コンピュータ] を選択し、メモリー カードを右クリックします。
3. [*Format (*形式*)*] を選択します。
4. [*File system (*ファイル システム*)*] で、[*FAT*] を選択します。
5. [スタート] をクリックします。

15.4.3 画像容量

この表に、SD メモリー カードに保存できる画像数の概数を示します。

カード サイズ	音声注釈なし	**30** 秒の音声注釈込み
256 MB	500	250
512 MB	1000	500
1 GB	2000	1000

15.4.4 手順

プレビューなしで画像を保存するには、[プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。

> 注
> [プレビュー/保存] ボタンの動作は、[選択] タブ ([モード] > [設定] > [選択]) で変更できます。

15.5 画像を定期的に保存する

15.5.1 一般

SD メモリー カードには、定期的に画像を保存できます。

15.5.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[プログラム] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. ジョイスティックを使用して、必要なパラメータを設定します。設定できるパラメータには、次のようなものがあります。
    - 画像間の時間
    - 停止条件
        - 手動.
        - イメージ数.
        - 合計時間.
5. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
6.
    - 定期保存を開始するには、[プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
    - 定期保存を停止するには、[プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。

15.6 画像を開く

15.6.1 一般

画像を保存すると、SD メモリー カードに画像が保管されます。画像を再び表示するには、SD メモリーカードから呼び出します。

> 注
> アーカイブ モードを終了するには、[アーカイブ] ボタンを押します。

15.6.2 手順

次の手順に従います。

1. 最も新しく保存された画像のサムネイルを表示するには、[アーカイブ] ボタンを押します。
2. ジョイスティックを左/右または上/下に動かして、特定の画像を選択します。

3. ジョイスティックを押して、画像を表示します。

15.7 画像を手動で調整する

15.7.1 一般

画像は、「自動」または「手動」で調整することができます。

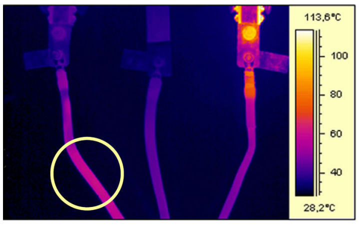
[A/M] ボタンを使用して、この 2 つのモードを切り替えます。

15.7.2 例 *1*

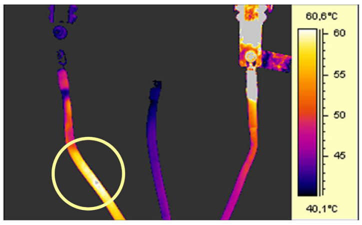
この図は、ケーブル接続部分の 2 つの熱画像を示しています。左側の画像では、画像の自動調整だけでは、円で囲まれた部分のケーブルを正しく分析することは困難です。次の操作により、このケーブルをより詳細に分析できます。

- 温度スケール レベルを変更する
- 温度スケール スパンを変更する

左側の画像は、自動調整されています。右側の画像は、最高および最低の温度レベルが、対象物の近くの温度レベルに変更されています。各画面の右側にある温度スケールを見ると、温度レベルがどのように変更されたのかを確認できます。



A (automatic)

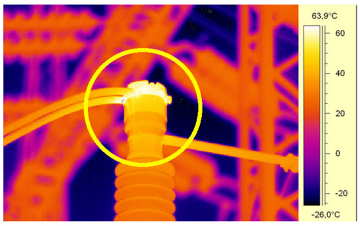


M (manual)

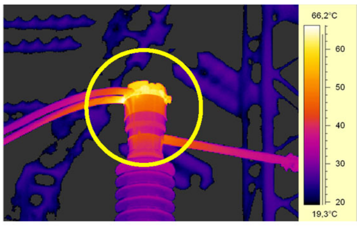
15.7.3 例 *2*

この図は、電源遮断機の 2 つの熱画像を示しています。

左の画像では、温度の低い空と送電線構造が–26.0°C の最低温度になっています。右側の画像では、最高および最低温度レベルが遮断機付近の温度レベルに変更されています。これにより、遮断機の温度分布を分析しやすくなります。



A (automatic)



M (manual)

15.7.4 温度計測レベルの変更

次の手順に従います。

1. [A/M] ボタンを繰り返し押して、以下の手動モードのいずれかを選択します。
   - 手動
   - 手動最高
   - 手動最低
2. 温度レベル (-s) を変更するには、ジョイスティックを上下に動かします。

15.7.5 温度計測スパンの変更

次の手順に従います。

1. [A/M] ボタンを繰り返し押して、[手動] を選択します。
2. 温度スパンを変更するには、ジョイスティックを左右に動かします。

15.8 オーバーレイ グラフィックを使用する

15.8.1 一般

オーバーレイ グラフィックによって画像についての情報を提供します。一部またはすべてのオーバーレイ グラフィックを非表示にすることもできます。

15.8.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [選択] タブで、[表示] に移動し、非表示にするオーバーレイ グラフィックを無効にします。

15.9 画像の削除

15.9.1 一般

SD メモリー カードで、1 つまたは複数の画像を削除できます。

15.9.2 手順

次の手順に従います。

1. [アーカイブ] ボタンを押します。
2. 削除したい画像をジョイスティックを使用して選択します。
3. ジョイスティックを押して、画像を開きます。
4. ジョイスティックを押してメニューを表示します。
5. メニューで以下のいずれかを選択します。
    - 削除.
    - すべての画像を削除.
6. ジョイスティックを押して、確定します。

15.10 Adobe PDF レポートを作成する

15.10.1 一般

SD メモリー カードの任意の画像について Adobe PDF レポートを作成できます。レポートには次のような情報が含まれています。

- 熱画像と関連するすべての実画像
- テキスト注釈のリスト
- 測定結果のリスト
- オブジェクト パラメータのリスト
- スケッチ
- 画像詳細

15.10.2 手順

次の手順に従います。

1. USB コネクタに USB メモリー スティックを差し込みます。

2. [アーカイブ] ボタンを押します。
3. レポートを作成する画像を選択します。
4. ジョイスティックを押して、画像を開きます。
5. ジョイスティックを押してメニューを表示します。
6. メニューで、ジョイスティックを使用して [レポートページを作成] を選択します。この段階で、レポートのヘッダーおよびフッターに情報を追加することもできます。

注
PC でレポートを表示するには、Adobe Reader が必要です。このソフトウェアは以下の場所から無償でダウンロードできます。

http://get.adobe.com/reader/

16 融合を取り扱う

16.1 融合とは

融合という機能を使用すると、デジタル写真の一部を熱画像として表示できます。

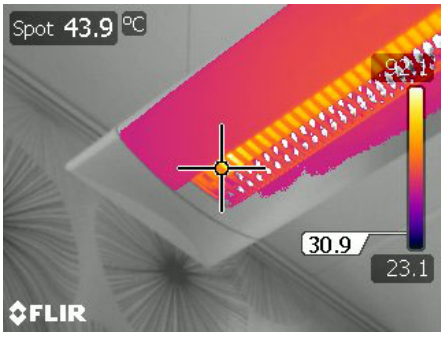
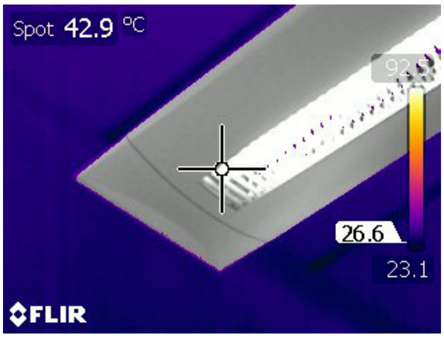
たとえば、カメラを設定して、特定の温度である画像内の全領域を赤外線で表示し、他の領域はデジタル写真として表示することができます。また、デジタル写真の上に熱画像フレームが表示されるようにカメラを設定することもできます。その後、熱画像フレームを動かしたり、画像フレームのサイズを変更することができます。

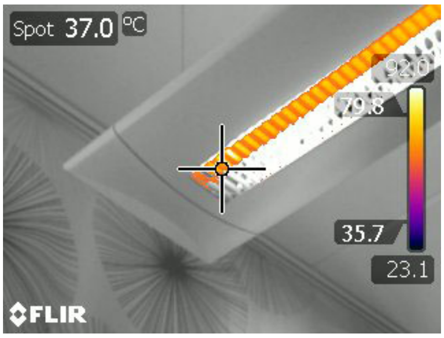
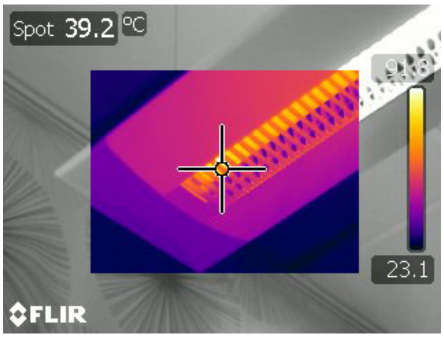
16.2 融合の種類

カメラ モデルに応じて、次のように最大 4 種類の融合が可能です。

- 以上：指定温度レベルより温度が高いデジタル写真内の全領域を赤外線で表示します。
- 以下：指定温度レベルより温度が低いデジタル写真内の全領域を赤外線で表示します。
- 区間：指定した 2 つの温度レベルの間であるデジタル写真内の全領域を赤外線で表示します。
- ピクチャー イン ピクチャ：赤外線フレームをデジタル写真の上に表示します。

16.3 画像の例

融合の種類	画像
以上	
以下	

融合の種類	画像
区間	
ピクチャー イン ピクチャ	

16.4 手順

次の手順に従います。

1. [モード] ボタンを押して、次のいずれかを選択します。
   - 熱融合
   - ピクチャー イン ピクチャ
2. [A/M] ボタンを押して、次のいずれかを選択します。
   - 以上
   - 以下
   - 区間
3. (この手順は、熱融合 に適用されます。)
   次の 1 つまたは複数の操作を実行してください。
   - [以上] または [以下] を選択した場合、ジョイスティックを上下に動かして温度レベルを調整します。設定する温度レベルは、赤外画像が可視画像として表示される場合を超えるレベルになります。
   - [区間] を選択した場合は、次のいずれか (両方可) の作業を行ってください。
     - ジョイスティックを上下に押して、インターバルを上下に変更する。
     - ジョイスティックを左右に押して、インターバルを増減する。

     設定する温度レベルは、赤外画像が可視画像として表示される場合を超えるレベルになります。
4. (この手順は、ピクチャー イン ピクチャ に適用されます。)
   次の 1 つまたは複数の操作を実行してください。
   - [以上] または [以下] を選択した場合、ジョイスティックを上下に動かして、画像の赤外部分の温度レベルを調整します。
   - [区間] を選択した場合は、次のいずれか (両方可) の作業を行ってください。

- ジョイスティックを上下に押して、画像の赤外部分の温度間隔を上下に動かします。
- ジョイスティックを左右に押して、画像の赤外部分の温度間隔を増減させます。

5. [融合] を無効にするには、[モード] ボタンを押して、[赤外線カメラ] を選択します。

17 ビデオの操作

17.1 ビデオ クリップを録画する

17.1.1 一般

非放射分析用の赤外線または可視ビデオ クリップを記録できます。このモードでは、カメラは通常のデジタル ビデオ カメラと見なすことができます。

ビデオ クリップは Windows Media Player で再生できますが、ビデオ クリップから放射分析用の情報を取得することはできません。

17.1.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[ビデオ] を選択して、ジョイスティックを押します。録画が開始されたことを示す通知が表示されます。
4. ビデオ録画を停止するには、ジョイスティックをもう一度押します。
   ビデオ録画を停止すると、カメラでビデオ録画ツールバーのツールを使用して、録画を再生できます。

注

- このモードでは、最後に録画したビデオ クリップの再生のみが可能です。ほかのビデオ クリップを再生するには、アーカイブ モードにします。
- ビデオ クリップは Windows Media Player で再生できますが、3ivx D4 デコーダも購入し、ダウンロードしてインストールする必要があります。このデコーダは MPEG-4 ビデオ、MPEG-4 オーディオ、および MP4 ファイル形式をサポートする MPEG-4 ツールキットです。3ivx D4 デコーダは、http://www.3ivx.com/ からダウンロードすることができます。
- この他、ffdshow (http://sourceforge.net/projects/ffdshow) などのビデオ プレーヤも使用できる可能性があります。
- http://www.free-codecs.com/ でコーデックも入手可能です。
- FLIR Systems は、他社のビデオ プレーややコーデックの機能について一切の責任を負いません。

18 測定ツールおよびアイソサーモを使用する

18.1 測定ツール間のセットアップ

18.1.1 一般

温度を測定するには、1 つまたは複数の測定ツールを使用します。この項では、スポットメーターまたはエリアのセットアップ方法の例を示します。

18.1.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで以下のいずれかを選択します。
   - スポット追加
   - ボックス追加
   - サークル追加

注

- スポットメーター中央の内側のエリアに、測定対象物を置き、適切な温度が表示されるようにします。
- 正確に測定するためには、オブジェクト パラメータを設定する必要があります。18.7 オブジェクト パラメータを変更する, ページ 43を参照してください。

18.2 差分計算を設定する

18.2.1 一般

カメラに、スポットメータと領域との温度差を計算させることができます。これは、測定ツールを 2 つ以上設定していることを前提とします。

18.2.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[差分追加] を選択します。これにより、ダイアログ ボックスが表示され、差分計算で使用する測定ツールを 2 つ選択できるようになります。
4. ジョイスティックを押して、選択を確定します。

18.3 アイソサーモのセットアップ

18.3.1 一般

特定の測定条件を満たしたときに、アイソサーモ色をカメラが表示するように設定することができます。次のアイソサーモをセットアップできます。

- 事前設定した値よりも温度が上がると表示されるアイソサーモ色
- 事前設定した値よりも温度が下がると表示されるアイソサーモ色
- 温度が 2 つの値の間にあると表示されるアイソサーモ色

- 建物構造内で湿度のリスクがあるエリアをカメラが検出したときに表示されるアイソサーモ色
- 壁に断熱不良の可能性があることをカメラが検出したときに表示されるアイソサーモ色

18.3.2 高温アイソサーモのセットアップ

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[アイソサーモ追加] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [以上] を選択します。
5. ジョイスティックを上下に動かして、アイソサーモ色を表示する温度を設定します。設定した温度レベルより高い温度には、アイソサーモ色が画面に表示されるようになります。

18.3.3 低温アイソサーモのセットアップ

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[アイソサーモ追加] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [以下] を選択します。
5. ジョイスティックを上下に動かして、アイソサーモ色を表示する温度を設定します。設定した温度レベルより温度が下がると、アイソサーモ色が画面に表示されるようになります。

18.3.4 指定温度レベル間のアイソサーモのセットアップ

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[アイソサーモ追加] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [区間] を選択します。
5. 次のいずれかを実行します。
   - ジョイスティックを上下に動かして、アイソサーモ色を表示する温度レベルの範囲を設定します。
   - ジョイスティックを上下に動かして、アイソサーモ色を表示する温度スパンの範囲を設定します。

   設定した温度レベルの範囲にある温度には、アイソサーモ色が画面に表示されるようになります。

18.3.5 湿度アイソサーモのセットアップ

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[アイソサーモ追加] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [湿度] を選択します。
5. ジョイスティックを使用して、次のパラメータを設定します。
   - 相対湿度限度 %: 建物構造などで検出したい相対湿度の限界値です。たとえば、相対湿度が 100% 未満の場所では、かびが繁殖します。このため、このような領域を検出したい場合があります。
   - 相対湿度 %: 検出現場の、現在の相対湿度です。
   - 気温: 検出現場の、現在の大気温度です。

18.3.6 断熱アイソサーモのセットアップ

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[アイソサーモ追加] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [断熱] を選択します。
5. ジョイスティックを使用して、次のパラメータを設定します。
   - 内部温度: 検査している建物の内部の温度です。
   - 外部温度: 検査している建物の外部の温度です。
   - 温度指数 %: 壁を通したエネルギー損失の許容値です。異なる建物によって、異なる推奨値がありますが、新しい建物では通常この値は 60 ~ 0.80 になります。推奨値については、国の建築基準法を参照してください。

18.4 測定ツールの削除

18.4.1 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[調整ツール] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. 削除したい測定ツールを選択します。これにより、サブ メニューが表示されます。
5. サブ メニューで [削除] を選択して、ジョイスティックを押します。

18.5 測定ツールの移動

18.5.1 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。

2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[調整ツール] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. 移動したい測定ツールを選択します。これにより、サブ メニューが表示されます。
5. サブ メニューで [移動] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、測定ツールの中央の色が青く変わります。ジョイスティックを使用して測定ツールを移動できるようになりました。

18.6 エリアのサイズ変更

18.6.1 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[ツール] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [ツール] メニューで、[調整ツール] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. 移動したい測定ツールを選択します。これにより、サブ メニューが表示されます。
5. サブ メニューで [リサイズ] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、エリアのサイズ変更用ハンドルが表示されます。ジョイスティックを使用してエリアのサイズを変更できるようになりました。

18.7 オブジェクト パラメータを変更する

18.7.1 一般

正確に測定するためには、オブジェクト パラメータを設定する必要があります。この手順では、パラメータを変更する方法を説明します。

18.7.2 パラメータのタイプ

カメラでは、これらのオブジェクト パラメータを使用することができます。

- 放射率 は、対象物で反射されるエネルギーではなく、オブジェクトから放射されるエネルギーを決定します。
- [反射源温度] は、オブジェクトで反射されてカメラに入る周囲からの反射を補償するときに使用されます。オブジェクトのこの特性は反射率と呼ばれます。
- 対象距離、つまり、カメラと対象物の間の距離です。
- 大気温度、つまり、カメラと対象物の間にある大気の温度です。
- 相対湿度、つまり、カメラと対象物の間にある大気の相対湿度です。
- [外部光学系温度] は、カメラと測定対象のオブジェクトとの間に設定される保護窓などの温度です。保護窓や保護シールドが使用されていない場合は、この値は不適切になります。
- [外部光学系透過率] は、カメラと測定対象のオブジェクトとの間に設定される保護窓などの光透過率です。

18.7.3 推奨値

オブジェクト パラメータ値についてよく分からない場合は、次の値を使用することをお勧めします。

放射率	0.95
反射見かけ温度	+20°C
測定距離	1.0 m

大気温度	+20°C
相対湿度	50%

18.7.4 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[パラメータ] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [パラメータ] メニューで、変更するパラメータを選択して、ジョイスティックを押します。
4. ジョイスティックを上下に動かして、値を変更します。
5. ジョイスティックを押して、確定します。

注
前述の 7 つのパラメータのうち、「放射率」および「反射見かけ温度」は、カメラで正確に設定する必要がある最も重要な値です。

参照：

パラメータに関する詳細な情報、および放射率や反射見かけ温度を正しく設定する方法については、28 熱測定技術, ページ 70 を参照してください。

19 画像注釈

19.1 一般

このセクションでは、注釈を使用して追加情報を赤外線画像に保存する方法を説明します。

注釈を使用する理由は、画像を撮影した条件、写真、スケッチ、撮影場所などの画像の基本情報を提供することによって、レポートや後処理をより効率的にすることです。

19.2 デジタル写真を自動で追加する

19.2.1 一般

熱画像を保存するときに、対象物のデジタル写真を自動的に追加できます。このデジタル写真は熱画像に関連付けられます。これにより、FLIR Reporter などの後処理やレポートが簡単になります。

19.2.2 手順

次の手順に従います。

1. カメラがデジタル写真を同時に保存するよう設定されていることを次のように確認します。
    1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
    2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
    3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
    4. [選択] タブで、[同時に画像を保存] を有効にします。
2. 自動的にデジタル写真を追加するには、[プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。

19.3 デジタル写真を手動で追加する

19.3.1 一般

熱画像を保存するときに、対象物のデジタル写真を手動で追加できます。このデジタル写真は熱画像に関連付けられます。これにより、FLIR Reporter などの後処理やレポートが簡単になります。

> 注
>
> この項は、メモリー カードに保存する前に画像を「常にプレビューする」ようにカメラが設定されていることが前提です。
>
> 常にプレビューするようにカメラを設定するには、この手順に従います。
>
> 1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
> 2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
> 3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
> 4. [選択] タブで、[保存ボタン] に移動して [常にプレビュー表示する] を選択します。

19.3.2 手順

次の手順に従います。

1. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
2. 画面の一番下にあるツールバーの を選択します。
3. 表示されたメニューで、[デジタル カメラ画像] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [プレビュー/保存] ボタンを押して、デジタル写真を保存します。

19.4 音声注釈を追加する

19.4.1 一般

音声注釈は、熱画像ファイルと一緒に保管される音声録音です。

音声注釈は、Bluetooth マイクロフォン ヘッドセットを使用して録音します。録音した音声は、カメラで再生することも、FLIR Systems の画像分析ソフトウェアおよびレポート作成ソフトウェアで再生することもできます。

> 注
>
> この項は、メモリー カードに保存する前に画像を「常にプレビューする」ようにカメラが設定されていることが前提です。
>
> 常にプレビューするようにカメラを設定するには、この手順に従います。
>
> 1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
> 2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
> 3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
> 4. [選択] タブで、[保存ボタン] に移動して [常にプレビュー表示する] を選択します。

19.4.2 手順

次の手順に従います。

1. Bluetooth ヘッドセットがオンになっていて、カメラとペアリングされていることを確認します。
2. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
3. 画面の一番下にあるツールバーの を選択します。
4. 表示されたメニューで、[音声] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、音声注釈ツールバーが表示されます。
5. ジョイスティックを使用して、音声注釈の録音、停止、再生を行います。

19.5 表を追加する

19.5.1 一般

テキスト情報を含む表を熱画像に保存できます。

この機能を使用すると、類似の物体を大量に検査している場合に、効率的に情報を記録できます。テキスト情報を含む表を使用するメリットとしては、書式や検査の規定文書への手入力を避けることができます。

19.5.2 フィールドと値の定義

この特定のコンテキストにおける「表」のコンセプトは、「フィールド」と「値」という 2 つの重要な定義に基づいています。次の例では、これら 2 つの定義の違いについて説明します。

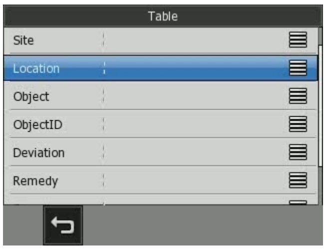
フィールド (例)	値 (例)
Company	Company A Company B Company C
Building	Workshop 1 Workshop 2 Workshop 3
Section	Room 1 Room 2 Room 3

フィールド (例)	値 (例)
Equipment	Tool 1 Tool 1 Tool 3
Recommendation	Recommendation 1 Recommendation 2 Recommendation 3

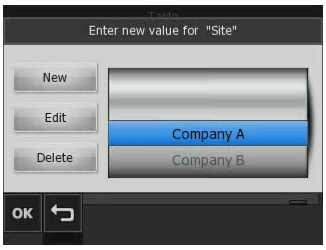
19.5.3 手順

次の手順に従います。

1. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
2. 画面の一番下にあるツールバーの を選択します。
3. 表示されたメニューで、[表] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、表形式が表示されます。



4. ジョイスティックを使用してフィールド ([Site]、[Location]、[Object] など) のいずれかを選択し、ジョイスティックを押します。これによりダイアログ ボックスが表示され、ここで新しい値の作成および既存の値の編集を行えます。



5. 必要な変更を行い、[*OK*] をクリックするか、ジョイスティックを押します。

19.6 テキストを追加する

19.6.1 一般

熱画像に保存されるフリー テキストの説明を追加できます。

> 注
> この項は、メモリー カードに保存する前に画像を「常にプレビューする」ようにカメラが設定されていることが前提です。
>
> 常にプレビューするようにカメラを設定するには、この手順に従います。
>
> 1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
> 2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
> 3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
> 4. [選択] タブで、[保存ボタン] に移動して [常にプレビュー表示する] を選択します。

19.6.2 手順

次の手順に従います。

1. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
2. 画面の一番下にあるツールバーの を選択します。
3. 表示されたメニューで、[テキスト] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、画面にキーボードが表示されます。
4. 追加するテキストを入力して、[*OK*] をクリックするか、ジョイスティックを押します。

19.7 スケッチを追加する

19.7.1 一般

スケッチは、熱画像から独立した製図板に、人差し指またはスタイラス ペンを使用して手書きで描画します。スケッチ機能を使用して、簡単な寸法図を作成したり、コメントや寸法などを書き込むことなどができます。

> 注
> この項は、メモリー カードに保存する前に画像を「常にプレビューする」ようにカメラが設定されていることが前提です。
>
> 常にプレビューするようにカメラを設定するには、この手順に従います。
>
> 1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
> 2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
> 3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
> 4. [選択] タブで、[保存ボタン] に移動して [常にプレビュー表示する] を選択します。

19.7.2 手順

次の手順に従います。

1. [プレビュー/保存] ボタンを完全に押し込みます。
2. 画面の一番下にあるツールバーの を選択します。
3. 表示されたメニューで、[スケッチ] を選択して、ジョイスティックを押します。これにより、スケッチを作成できる製図板が表示されます。
4. 追加するテキストを入力して、[*OK*] をクリックするか、ジョイスティックを押します。

20 設定の変更

20.1 カメラ設定の変更

20.1.1 一般

このタブで、次の設定を変更することができます。

- 温度範囲 (対象物の測定に使用される温度範囲)。検査している対象物の予想温度に基づき、温度範囲を変更する必要があります。
- 追加レンズ。
- 画面輝度。
- 自動電源オフ。
- デジタルカメラのライト。
- タッチスクリーンのキャリブレーション。
- コンパスのキャリブレーション。

20.1.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [カメラ] タブで、変更する設定に移動します。
5. ジョイスティックを押します。
6. ジョイスティックを上下に動かし、新しい値を選択します。
7. ジョイスティックを押して、確定します。

20.2 選択を変更する

20.2.1 一般

このタブで、次の設定を変更することができます。

- 保存ボタン。
- 同時に画像を保存。
- 同一視野。
- プログラム可能なボタン。
- オーバーレイ グラフィックの可視化。

20.2.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [選択] タブで、変更する設定に移動します。
5. ジョイスティックを押します。
6. ジョイスティックを上下に動かし、新しい値を選択します。
7. ジョイスティックを押して、確定します。

20.3 接続を変更する

20.3.1 一般

このタブで、次の設定を変更することができます。

- Wi-Fi。

- Bluetooth。

20.3.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [接続] タブで、変更する設定に移動します。
5. ジョイスティックを押します。
6. ジョイスティックを上下に動かし、新しい値を選択します。
7. ジョイスティックを押して、確定します。

20.4 地域設定を変更する

20.4.1 一般

このタブで、次の設定を変更することができます。

- 言語。
- タイム ゾーン。
- 日時の設定。
- 日付の形式。
- 時刻の形式。
- 温度単位。
- 距離単位。

20.4.2 手順

次の手順に従います。

1. [メニュー/戻る] ボタンを押します。
2. メイン メニューで、[モード] ボタン に移動して、ジョイスティックを押します。
3. [モード] メニューで、[設定] を選択して、ジョイスティックを押します。
4. [地域] タブで、変更する設定に移動します。
5. ジョイスティックを押します。
6. ジョイスティックを上下に動かし、新しい値を選択します。
7. ジョイスティックを押して、確定します。

21 カメラのクリーニング

21.1 カメラの筐体、ケーブルおよびその他のアイテム

21.1.1 液体

以下のいずれかの液体を使用してください。

- 温水
- 弱清浄液

21.1.2 備品

柔らかい布

21.1.3 手順

次の手順に従います。

1. 液体に布を浸す。
2. 布を絞って余分の水分を落とす。
3. 布で拭いてきれいにする。

> ⚠ 注意
>
> カメラ、ケーブルおよびその他のアイテムに、溶剤や同様の液体を使用しないでください。損傷の原因になることがあります。

21.2 赤外線レンズ

21.2.1 液体

以下のいずれかの液体を使用してください。

- 30% 以上のイソプロピル アルコールを使用している市販のレンズ クリーニング液。
- 96% エチル アルコール (C_2H_5OH)。
- DEE (= ‘エーテル’ = ジエチルエーテル、 $C_4H_{10}O$)。
- 50% アセトン (= dimethylketone、($(CH_3)_2CO$)) + 50% エチル アルコール (容量)この液体は、レンズの乾燥むらの発生を防ぎます。

21.2.2 備品

脱脂綿

21.2.3 手順

次の手順に従います。

1. 液体に脱脂綿を浸す。
2. 脱脂綿を絞って余分の水分を落とす。
3. 一度のみレンズを拭き、脱脂綿を捨てる。

> ⚠ 警告
>
> 液体を使用される前に、該当する MSDS (製品安全データシート) と容器に記載されている警告ラベルをお読みください。液体は取り扱いによっては危険な場合があります。

> ⚠ 注意
>
> - 赤外線レンズは注意してクリーニングしてください。レンズには、反射防止膜が施されています。
> - 赤外線レンズをクリーニングする際は、力を入れ過ぎないでください。これにより反射防止膜が損傷を受けることがあります。

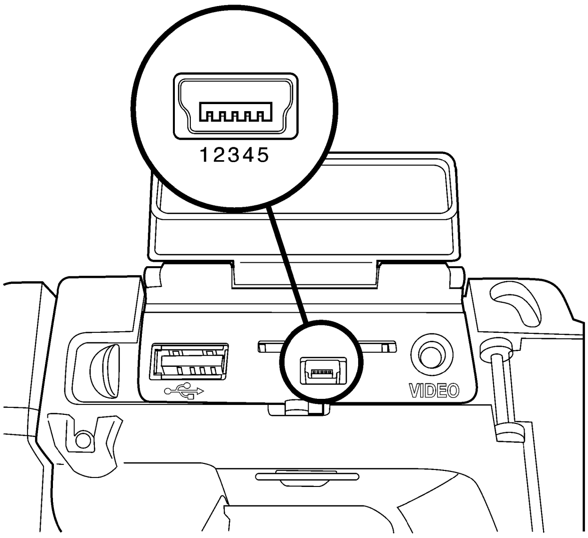
22 技術的なデータ

技術的なデータについては、カメラに付属するユーザー マニュアル CD-ROM に収録されている製品カタログを参照してください。

技術情報は http://support.flir.com からもご利用いただけます。

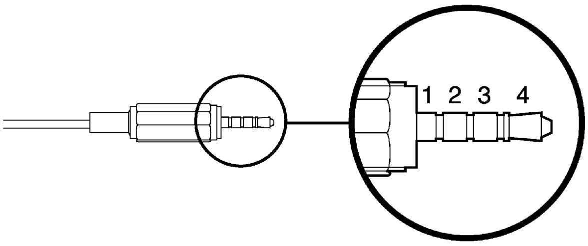
23 ピン構成

23.1 USB Mini-B コネクタ用ピン接続



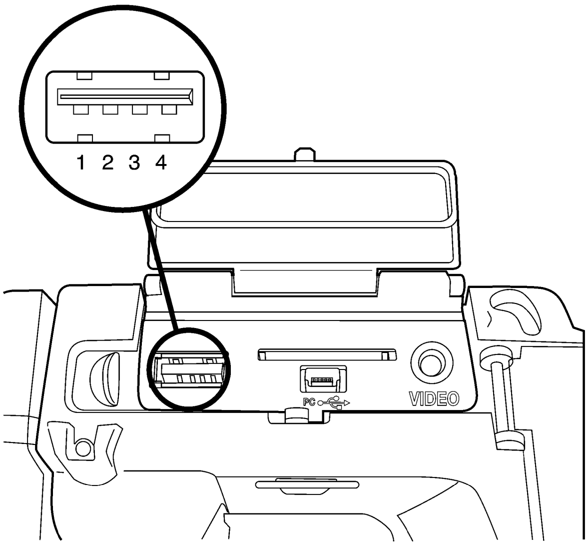
1. +5 V (出力)
2. USB –
3. USB+
4. N/C
5. 接地

23.2 ビデオ コネクタのピン構成



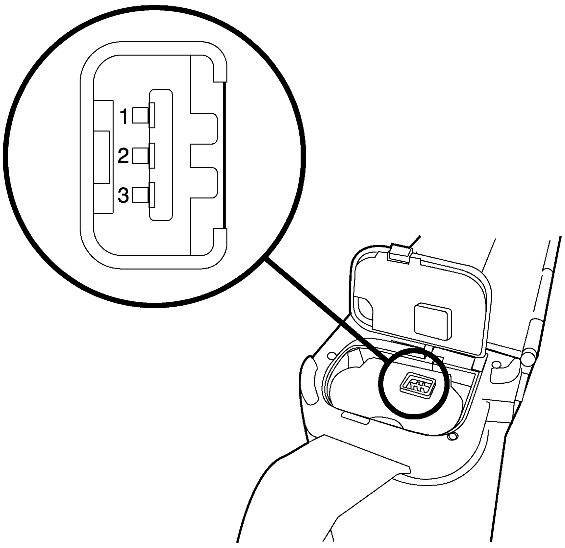
1. オーディオ右
2. 接地
3. ビデオ アウト
4. オーディオ左

23.3 USB-A コネクタのピン構成



1. +5 V (入力)
2. USB –
3. USB+
4. 接地

23.4 電源コネクタのピン構成



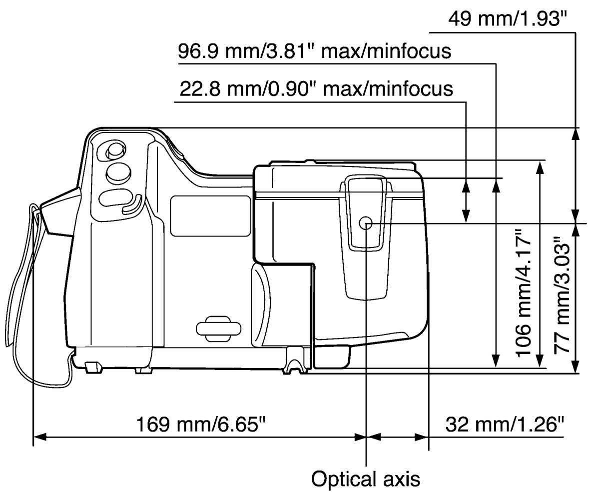
1. +12 V
2. GND
3. GND

24 寸法

24.1 カメラ

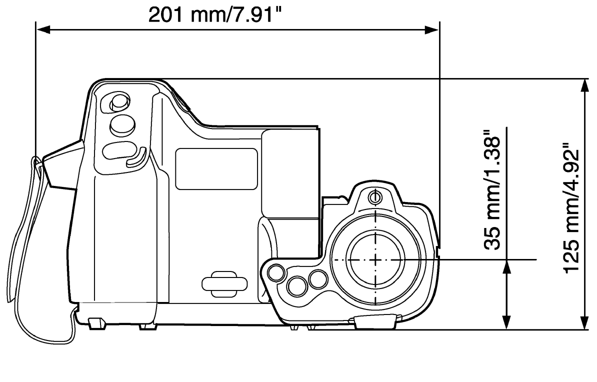
24.1.1 カメラの寸法

24.1.1.1 図



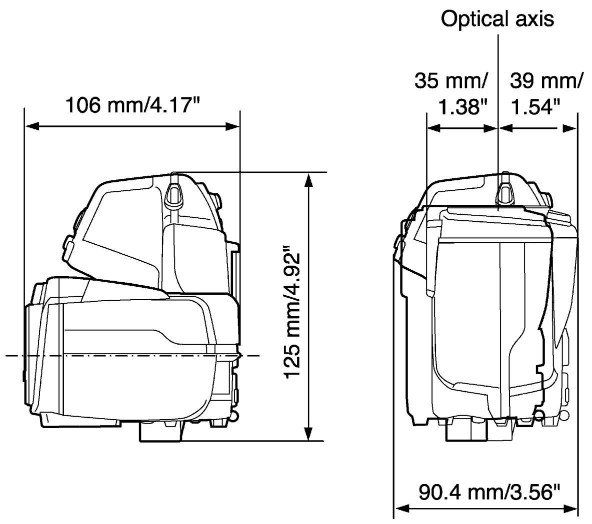
24.1.2 カメラの寸法 *(*続き*)*

24.1.2.1 図



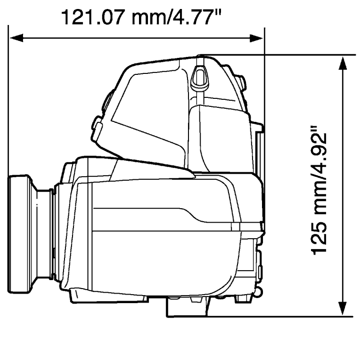
24.1.3 カメラの寸法 *(*続き*)*

24.1.3.1 図



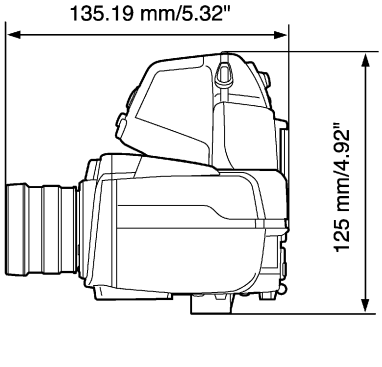
24.1.4 カメラ寸法 *(*続き*) (30 mm/15*° レンズ*)*

24.1.4.1 図



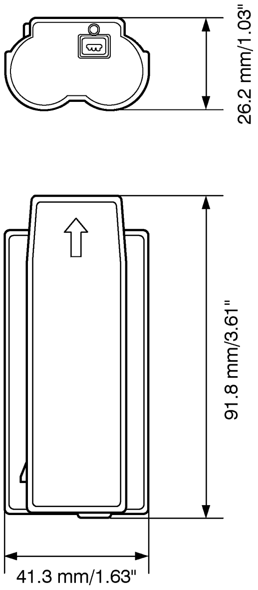
24.1.5 カメラ寸法 *(*続き*) (10 mm/45*° レンズ*)*

24.1.5.1 図



24.2 バッテリー

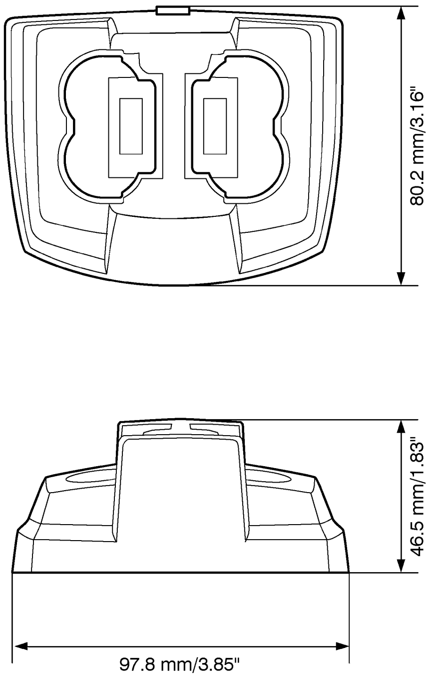
24.2.1 図



注
バッテリーを装着する前に、清潔で乾いた布を使用して水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。

24.3 スタンドアロン バッテリー充電器

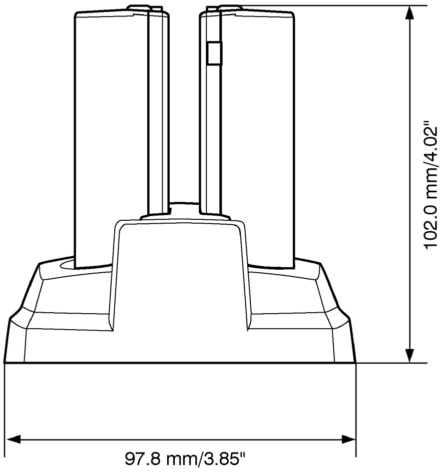
24.3.1 図



注
バッテリーを装着する前に、清潔で乾いた布を使用して水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。

24.4 バッテリー取り付け時のスタンドアロン バッテリー充電器

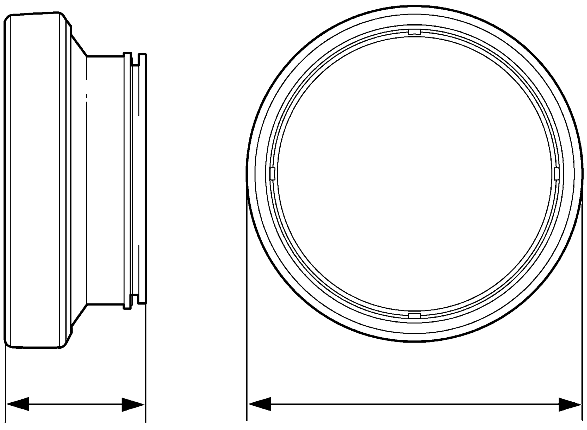
24.4.1 図



> 注
> バッテリーを装着する前に、清潔で乾いた布を使用して水分や湿気をバッテリーから取り除いてください。

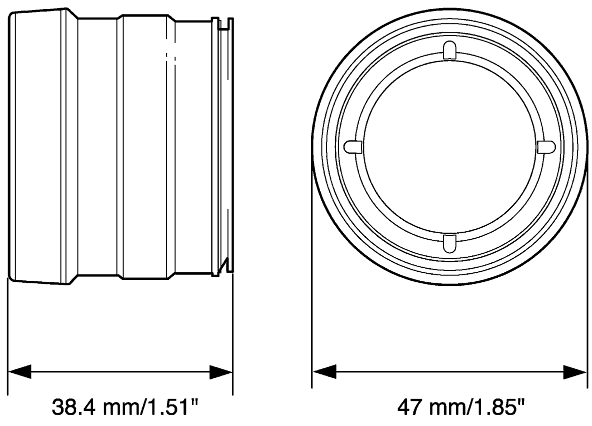
24.5 赤外線レンズ (30 mm/15°)

24.5.1 図



24.6 赤外線レンズ (10 mm/45°)

24.6.1 図



25 適用例

25.1 湿気および水による損傷

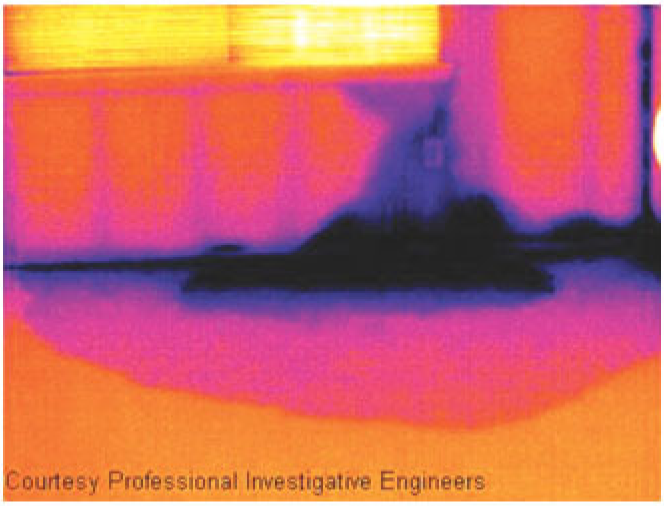
25.1.1 一般

赤外線カメラを使用して、家の湿気および水による損傷を検出することができます。この理由としては、損傷を受けたエリアの熱伝導容量特性が異なること、および周囲の材料と熱の保有容量が異なることによります。

> 注
> 湿気および水による損傷の熱画像への表示方法には、多くの要素が関係しています。
>
> 例えば、材料および一日のうちの何時かによって、これらの部分の温度上昇や温度低下の程度が異なります。このため、湿気や水による損傷の検査を行うときに、別の方法も使用することが重要です。

25.1.2 図

以下の画像は、出窓の設置が正しくなかったために水が壁に浸透し、外壁が広範囲に水による損傷を受けている例を示しています。



25.2 ソケットの不完全な接続

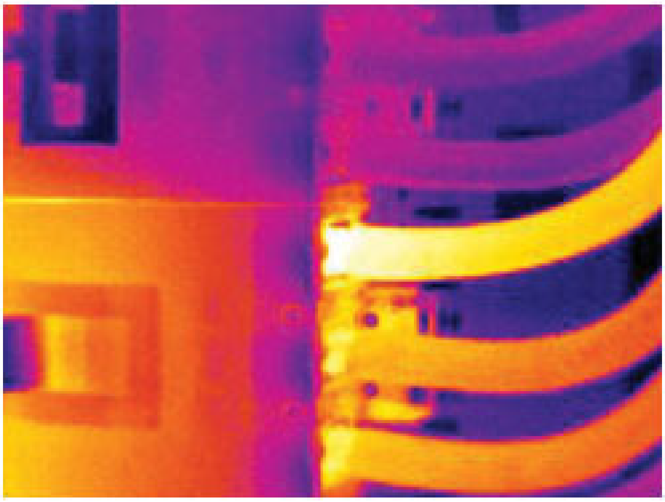
25.2.1 一般

ソケットの接続タイプにより、不適切に接続されたワイヤがローカル温度の上昇を招くことがあります。引き込みワイヤとソケットの接続ポイントの接触部分が減るために温度が上昇し、漏電による火事の原因になることがあります。

> 注
> 製造業者によって、ソケットの構造は大きく異なります。このため、ソケットの違いが原因で、赤外線画像で共通する典型的な外観になります。
>
> ワイヤとソケットの不完全な接続や抵抗の相違によって、ローカル温度が上昇することもあります。

25.2.2 図

以下の画像は、ケーブルとソケットの不完全な接続が原因で、ローカル温度が上昇していることを示しています。



25.3 酸化したソケット

25.3.1 一般

ソケット タイプおよび設置されたソケットの環境によって、ソケットの接続面に酸化が発生することがあります。ソケットに接続されると、これらの酸化によって抵抗が上昇し、赤外線画像で温度上昇して見えます。

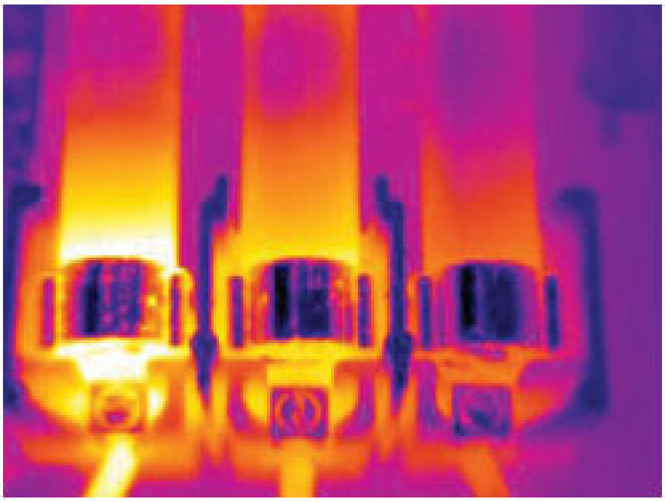
注

製造業者によって、ソケットの構造は大きく異なります。このため、ソケットの違いが原因で、赤外線画像で共通する典型的な外観になります。

ワイヤとソケットの不完全な接続や抵抗の相違によって、ローカル温度が上昇することもあります。

25.3.2 図

次の画像は、1 つのヒューズがヒューズ ホルダーの接続面の温度が上昇している一連のヒューズが表示されます。ヒューズ ホルダーの空間材料のため、温度上昇はここでは目には見えませんが、ヒューズのセラミック材料で見えます。



25.4 断熱材の損傷

25.4.1 一般

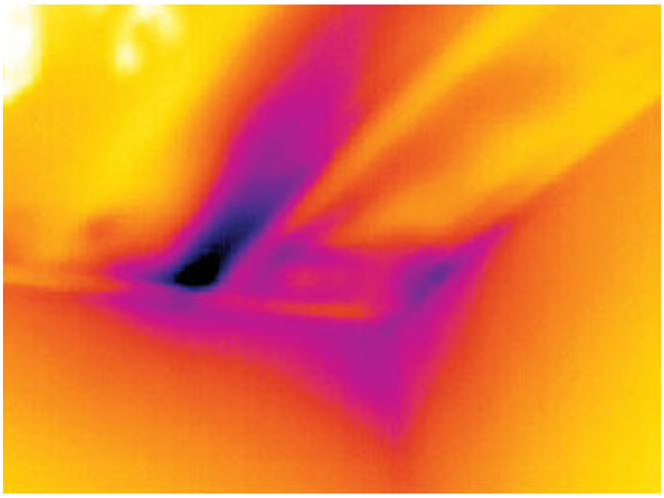
断熱材損傷は、壁枠の空洞が確実に閉じられていないために時間の経過につれて、断熱材が損傷するために発生します。

断熱材損傷が発生している箇所は、正しく設置されている箇所に比べて熱伝導率特性が異なるため、また建物枠に空気が入り込んでいる部分が表示されるため、赤外線カメラで断熱材損傷を検出することができます。

> 注
>
> 建物の検査をするとき、建物内と外の温度差が少なくとも 10°C になるようにしてください。びょう、水道管、コンクリート柱および同様の構成要素は、赤外線画像では断熱材損傷として表示されます。小さな誤差が自然に発生してしまうこともあります。

25.4.2 図

以下の画像では、平らな屋根で断熱が不足しています。断熱が不十分なため、空気が平らな屋根に入り込んでしまい、赤外線画像で典型的な外観になっています。



25.5 隙間風

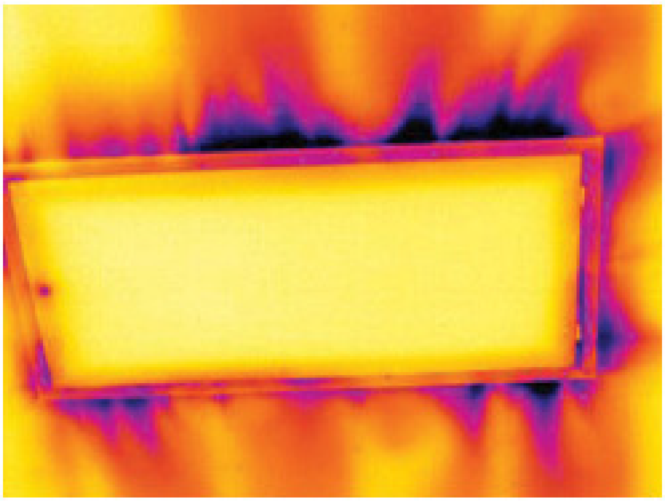
25.5.1 一般

隙間風は、すそ板、ドアや窓枠の周囲、および天井の飾りの上に発生することがあります。この種の隙間風は赤外線カメラで表示できます。冷たい風が周囲を冷却している状態で表示されます。

> 注
>
> 家の隙間風を調査するとき、室内が準常圧である必要があります。すべてのドア、窓、換気口を閉じ、台所のファンを赤外線画像の撮影前と撮影中に動作させておきます。
>
> 隙間風の赤外線画像は、典型的なストリーム パターンで表示されます。以下の画像では、このストリーム パターンをはっきり見ることができます。
>
> 床暖房回路からの熱のために、隙間風の効果が隠れてしまうことがあることに留意してください。

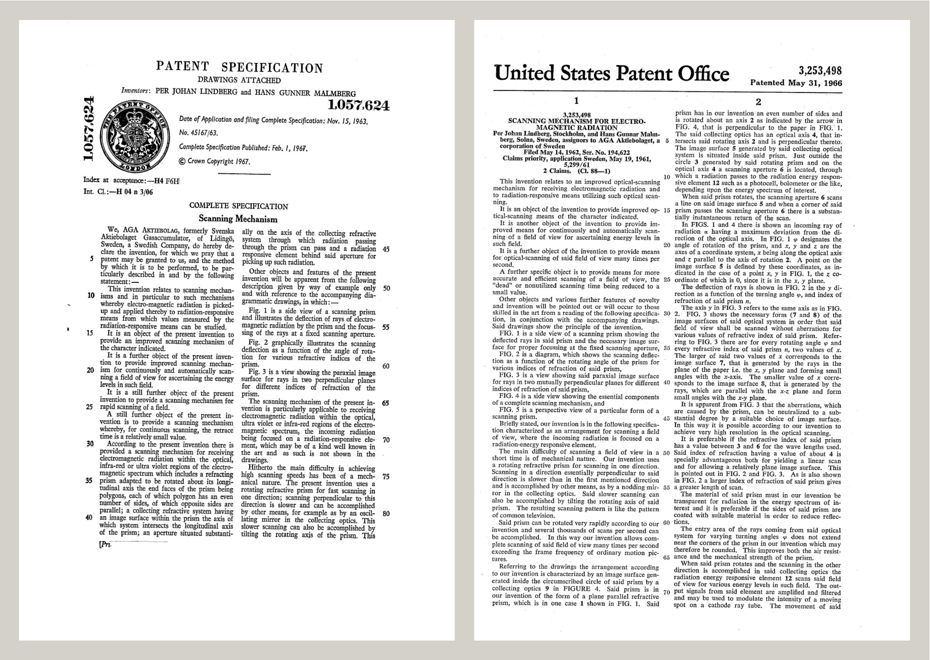
25.5.2 図

以下の画像では、取り付けの不完全な天井のハッチが、強い隙間風の原因になっていることを示しています。



FLIR Systemsについて

FLIR Systemsは、高性能の赤外線イメージングシステム開発のパイオニアとして1978年に創立され、商業、工業、官庁用のさまざまなアプリケーションに応じたサーマルイメージングシステムのデザイン、製造、販売で世界をリードしています。現在、FLIR Systemsには1958年以来赤外線技術ですぐれた業績をあげている5つの大きな会社が統合されています - スウェーデンのAGEMA Infrared Systems (旧社名 AGA Infrared Systems)、米国の3つの会社 Indigo Systems、FSI、Inframetrics、およびフランスのCedip社です。 2007年11月には、Extech InstrumentsがFLIR Systemsに買収されました。


PATENT SPECIFICATION

DRAWINGS ATTACHED

1,057,624

COMPLETE SPECIFICATION

Scanning Mechanism

United States Patent Office

3,253,498

Patented May 31, 1966

SCANNING MECHANISM FOR ELECTRO-MAGNETIC RADIATION

図 **26.1** 1960 年代前半からの特許文書

当社は、予測メンテナンス、研究開発、非破壊検査、プロセス制御とオートメーション、マシン ビジョン、その他多くのアプリケーション用に、世界各地で 200,000 台以上の赤外線カメラを販売してきました。

FLIR Systemsは、アメリカに3つ(オレゴン州ポートランド、マサチューセッツ州ボストン、カリフォルニア州サンタバーバラ)、スウェーデン(ストックホルム)に1つの製造工場があります。2007年には、エストニアのタリンにも製造工場が建設されました。ベルギー、ブラジル、中国、フランス、ドイツ、イギリス、香港、イタリア、日本、韓国、スウェーデン、アメリカに直轄の営業所を置き、世界中に張り巡らされた代理店のネットワークと共に国際的なお客様をサポートしています。

FLIR Systems は赤外線カメラ産業の革新を牽引してきました。既存のカメラの向上、新しいカメラの開発を継続的に続けることにより、市場需要を先取りしています。例を挙げると、産業検査用の初めてのバッテリー駆動のポータブル カメラ、初めての非冷却式赤外線カメラなどです。

図 **26.2** 左: Thermovision® Model 661、1969年発売カメラの重量は約25 kg (55 lb.)、オシロスコープは20 kg (44 lb.)、三脚は15 kg (33 lb.)です。オペレータは220 VACジェネレーターセットと、液体窒素の入った10 L (2.6 USガロン) 容器も必要です。オシロスコープの左側には、ポラロイドのアタッチメント(6 kg/13 lb.)があります。右: FLIR i7、2009年発売重量:0.34 kg (0.75 lb.)、バッテリーを含む

FLIR Systems は、カメラ システムの重要機構および電子部品をすべての自社製造しています。検出素子設計、レンズおよび電子システムの製造から、最終検査およびキャリブレーションまで、すべての生産プロセスは当社の技術者が実行し、指揮しています。これらの赤外線の専門家の豊富な経験により、赤外線カメラを構成するすべての部品の正確さと信頼性が確証されています。

26.1 赤外線カメラを超える機能

FLIR Systems は、高性能の赤外線カメラ システムを生産する以上のことが求められていることを認識しています。当社の使命は、最高のカメラとソフトウェアを提供することにより、当社の赤外線カメラ システムを利用するすべてのユーザーの生産性を向上することです。予測メンテナンス用のカスタム ソフトウェアについては、研究開発およびプロセス監視を社内で行っています。ほとんどのソフトウェアは、多数の言語で使用可能です。

すべての赤外線カメラに付属品を提供し、サポートしており、必要な赤外線の用途に応じて機器を適合させることができます。

26.2 知識の共有

当社のカメラは使いやすく設計されていますが、使い方に加えて、サーモグラフィについての知識を得ることも重要です。そのため、FLIR Systems は、独立した Infrared Training Center (ITC) を設立し、認定トレーニング コースを提供しています。ITC のコースに参加することにより、実践に基づいた専門知識を学ぶことができます。

ITC のスタッフは、赤外線理論を実行するために必要な適用サポートの提供も行っております。

26.3 カスタマー サポート

FLIR Systems は、世界的なサービス ネットワークを運営して、お客様のカメラがいつでも動作できるようにサポートしています。 カメラに問題がある場合は、お近くのサービス センターにある機器やノウハウを活用して、できる限り短い時間で問題を解決します。 そのため、カメラを遠方 (地球の反対側) に郵送したり、言葉の通じない担当者に問い合わせる必要はありません。

26.4 当社の製造・開発現場から

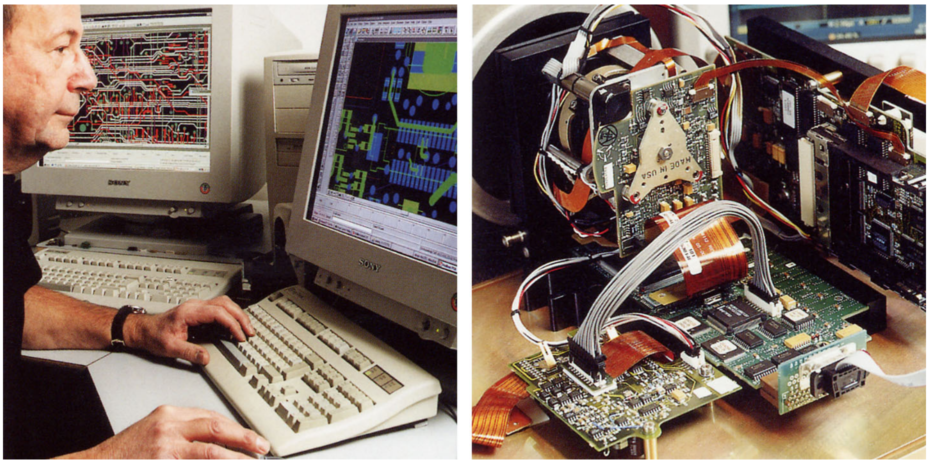


図 **26.3** 左: システム エレクトロニクスの開発。右: FPA 検出素子のテスト

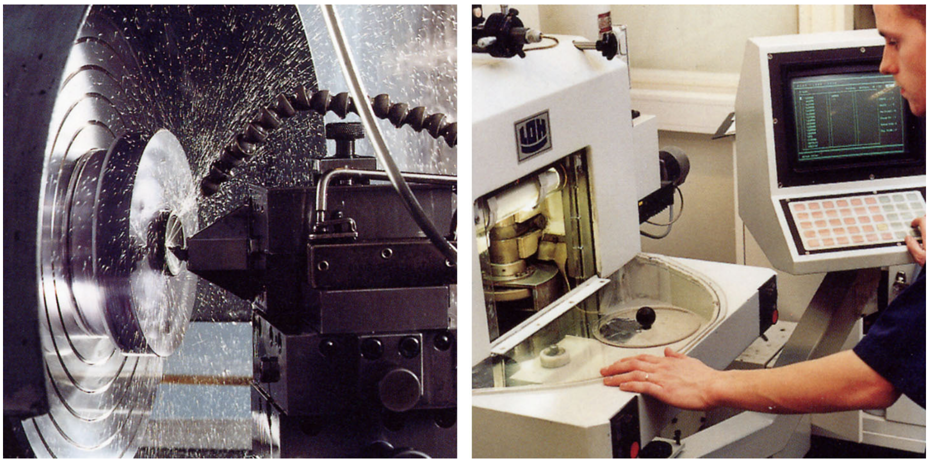


図 **26.4** 左: ダイアモンド旋盤。右: レンズ磨き

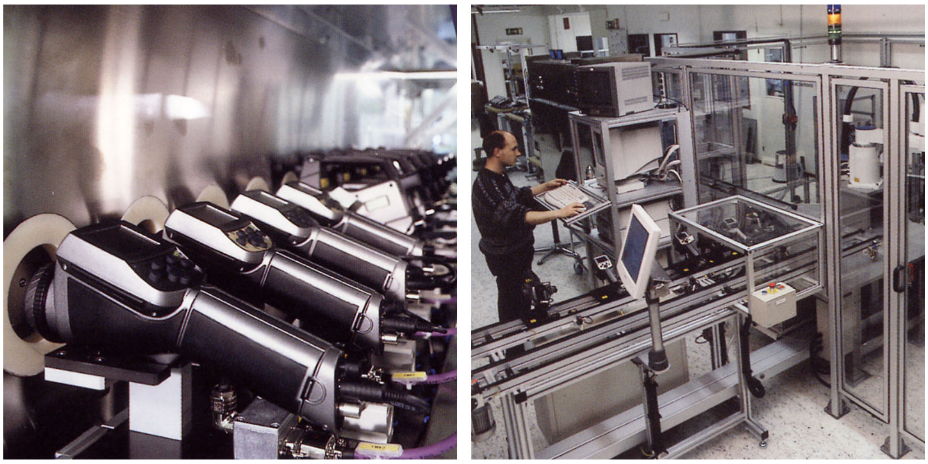


図 **26.5** 左: 環境ルームでの赤外線カメラの試験。右:カメラテストおよびキャリブレーション用ロボット

27 用語集

FOV	視野。IR レンズを通して見ることのできる水平角です。
FPA	焦点面アレイ。IR 検出素子の一種です。
IFOV	瞬間視野。IR カメラの幾何学的分解能の単位です。
IR	赤外線
Laser LocatIR	カメラ前方のオブジェクトの特定箇所に当てるための、細く集束されたレーザー ビームを放射する電気光源です。
NETD	ノイズと等価になる温度差です。IR カメラの画像ノイズ レベルの単位です。
アイソサーモ	1 ℃ またはそれ以上の間隔で、温度の上側、下側、または中間をハイライトする機能です。
アイソサーモ空洞	一様な温度を持つ瓶の形をした放熱体です。瓶首から中を見ることができます。
オブジェクト パラメータ	対象物の測定が行われた環境、および対象物そのものを説明する値一式のことです (たとえば、放射率、反射見かけ温度、距離)。
オブジェクト信号	オブジェクトからカメラが受けた放射の量に関連する、キャリブレーションされていない値のことです。
サチュレーション カラー	外部温度の現在のレベルおよび間隔設定を含む領域がサチュレーション カラーで色づけされます。‘アンダーフロー’ カラーおよび ‘オーバーフロー’ カラーを含むサチュレーション カラーです。変更が必要と思われる領域を示す、検出器によって飽和されたすべての部分にしるしを付ける、3 つ目の赤色サチュレーション カラーも含まれます。
サーモグラム	熱画像
スペクトル放射	単位時間、面積そして波長あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 ($W/m^2/\mu m$) です。
デュアル アイソサーモ	1 つではなく、2 つのカラーバンドのアイソサーモです。
ノイズ	熱画像の望ましくない小さな障害です。
パレット	IR 画像を表示するために使用する色一式です。
ピクセル	「画像要素」を表してします。画像のスポット 1 つ 1 つのことです。
フィルタ	特定の赤外線波長域のみ透過する材料です。
レベル	温度目盛の中間値です。通常は、信号値として表現されます。
レンジ	IR カメラの現在の全体的な温度測定の限定されたレンジです。カメラにはいくつかのレンジがあります。現在のキャリブレーションを制限する 2 つの黒体温度によって表されます。
レーザー ポインター	カメラ前方のオブジェクトの特定箇所に当てるための、細く集束されたレーザー ビームを放射する電気光源です。
伝導	材料に熱が拡散されている過程のことです。
反射	オブジェクトによって反射された放射量と受けた放射との割合0 から 1 の間の数値になります。
可視像	IR カメラのビデオ モードです。ノーマル、つまりサーモグラフィ モードとは異なります。カメラがビデオ モードに設定されていると、通常のビデオ画像を記録します。カメラが IR モードに設定されていると、サーモグラフィ画像が記録されます。
吸収 (吸収率)	オブジェクトによって吸収された放射量と受けた放射との割合0 から 1 の間の数値になります。
基準温度	通常どおり測定された値と比較できる温度のことです。
外部光学系	外部レンズ、フィルタ、熱シールドなど、カメラと測定されているオブジェクトの間に取り付けられ部品のことです。
大気	測定されているオブジェクトとカメラの間のガス、通常は空気です。
大気透過率の予測値	ユーザーから提供される透過率値です。計算値に置き換えられます。

大気透過率の計算値	気温、空気の相対湿度、およびオブジェクトとの距離から計算された透過率の値です。
対流	重力または別の力によって流体が動き、この動きによって、ある場所から別の場所に熱が伝わる伝熱方式です。
手動調整	手動で特定のパラメータを変更して、画像を調整する方法です。
放射	オブジェクトまたはガスから電磁エネルギーが放射される過程です。
放射 (放射率)	オブジェクトから出た放射量と黒体の受けた放射量との割合0から 1 の間の数値になります。
放射力	単位時間そして面積あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 (W/m^2) です。
放射強度	単位時間、単位領域あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 (W) です。
放射量	単位時間、面積そして角度あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 ($W/m^2/sr$) です。
放熱体	IR 放熱設備一式です。
温度スケール	IR 画像を現在表示している方法です。色を制限する 2 つの温度値として表されます。
温度レンジ	IR カメラの現在の全体的な温度測定の限定されたレンジです。カメラにはいくつかのレンジがあります。現在のキャリブレーションを制限する 2 つの黒体温度によって表されます。
温度差または温度の違い	減算によって求められた 2 つの温度の差の値です。
灰色体	各波長域で黒体のエネルギーと一定の比率のエネルギーを放射する物体のことです。
環境	測定されているオブジェクトに対して放出しているオブジェクトまたはガスです。
画像補正 (内部または外部)	撮影画像のさまざまな部分の検出感度の違いを補正したり、カメラの安定性を補正する方法です。
相対湿度	現在の空気中の水蒸気の質量と飽和状態で空気中に含まれる最大質量の比率を表す相対湿度。
空洞放射体	内側に吸収剤がついている瓶の形をした放熱体です。瓶首から中を見ることができます。
自動パレット	IR 画像が不規則な色の広がりを示して、冷たいオブジェクトと温かいオブジェクトを同時に表示している状態です。
自動調整	内部画像補正をカメラに実行させる機能です。
色温度	黒体の色の温度と特定の色が一致しています。
赤外線	不可視放射線です。波長は 2–13 μm です。
透過アイソサーモ	色の線形的な広がりを示すアイソサーモです。画像のハイライトされた部分を示すのではありません。
透過率	透過率はガスや材料によって異なります。透過率は、IR 放射が通過する量です。0 から 1 の間の数値になります。
連続アジャスト	画像を調整する機能です。この機能は常に動作し、画像の内容によって連続的に明るさとコントラストを調整します。
間隔	温度目盛の間隔の値です。通常は、信号値として表現されます。
黒体	まったく反射しないオブジェクトのことです。放射はすべて自身の温度によるものです。
黒体放射	黒体特性を持つ IR 放射装置は、IR カメラのキャリブレーションに使用されます。

28 熱測定技術

28.1 はじめに

赤外線カメラは物体から放出された赤外線を測定、撮像します。赤外線は物体表面温度の作用であるため、カメラはこの温度を計算し表示することができます。

ただし、カメラが測定した赤外線は物体の温度のみではなく、放射率によっても作用します。赤外線は周辺からも発生して物体に反射します。物体からの赤外線と反射した赤外線は、大気の吸収作用にも影響を受けます。

このため、温度を正確に測定するには多数の異なる放射元の効果を補正する必要があります。この補正はカメラによってオンラインで自動的に行われます。ただし、カメラに以下のオブジェクトパラメータを提供する必要があります。

- 物体の放射率
- 反射源見かけ温度
- 物体とカメラの距離
- 相対湿度
- 大気の温度

28.2 放射率

正確に設定すべき最も重要なオブジェクトパラメーターは放射率、つまり、同じ温度の完全黒体と比較して物体からどの程度の赤外線が発射されているかを表す測定値です。

通常、物体の素材と表面処理によって放射率は約 0.1 から 0.95 の範囲で表されます。高精度に研磨された表面 (ミラー) では 0.1 未満になることもあり、また、酸化したりペイントされた表面では高い放射率を持つ場合もあります。可視スペクトルにおける色に関わらず、油性ペイントの赤外線の放射率は 0.9 を超えます。人間の皮膚の放射率はほぼ 0.97 から 0.98 です。

酸化していない金属の場合、完全な不透明性と高い反射性という極端なケースを示し、波長によって大きく異なることはありません。そのため、金属の放射率は低くなります。ただし、金属の放射率は温度に比例して増加します。非金属の場合、放射率は高くなりがちで、温度に比例して減少します。

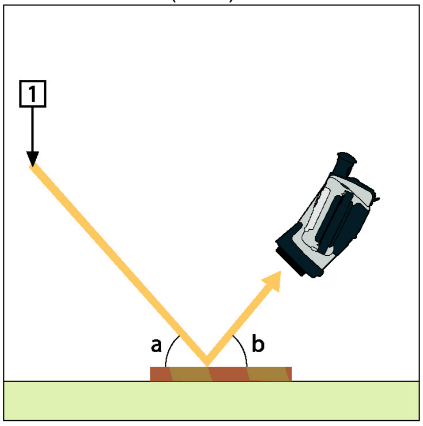
28.2.1 サンプルの放射率を見つける

28.2.1.1 ステップ1： 反射された明らかな温度の決定

下記の 2 つの方法のうちいずれかを使用して、反射見かけ温度を決定します。

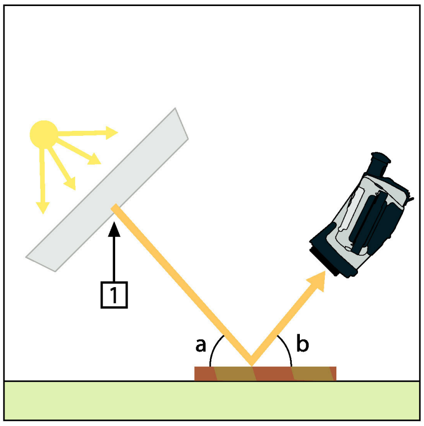
28.2.1.1.1 方法 *1*： 直接法

1. 入射角 = 反射角 (a = b)を考慮し、考えられる反射源を探してください。



1 = 反射源

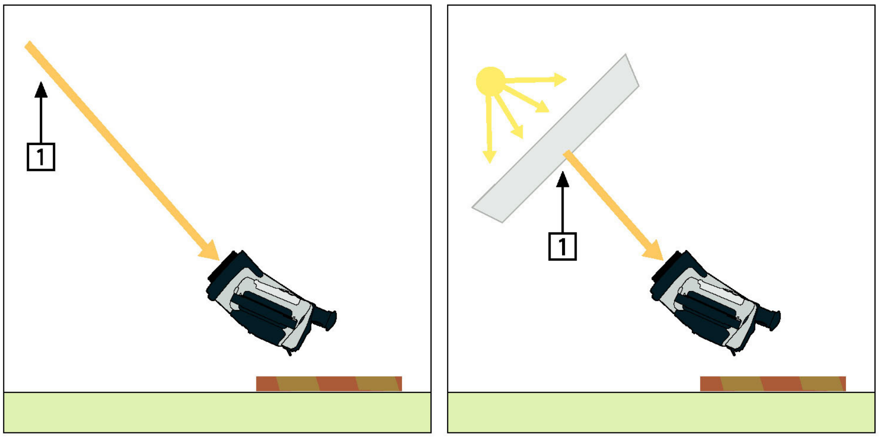
2. 反射源がスポット源の場合、ダンボールなどで遮って反射源を修正してください。



1 = 反射源

3. 以下の設定を使って、反射源からの放射線の強度 (= 見かけ温度) を計測します。
   - 放射率 : 1.0
   - D_{obj}: 0

   次の 2 つの方法のいずれかを使用して、放射線の強度を測定できます。



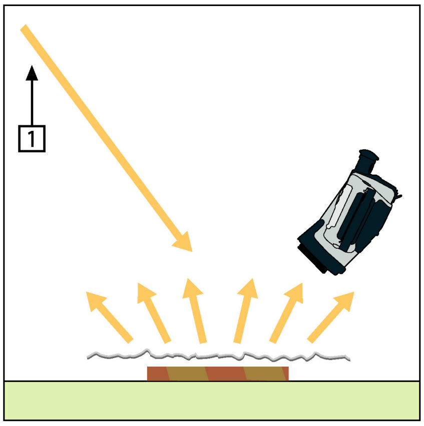
1 = 反射源

注
熱電対を使って反射見かけ温度を計測するのは 2 つの重要な理由からお勧めできません。

- 熱電対は放射線の強度を計測しない
- 熱電対は表面に非常に良い熱接触を必要とし、それは通常、熱アイソレーターによってセンサーを糊付け及びカバーして行われる。

28.2.1.1.2 方法 *2* : 反射法

1. アルミホイルの大きなシートを細かくします。
2. 細かくしないアルミホイルを同じサイズのボール紙に貼り付けます。
3. 測定する物体の前に、そのボール紙を置きます。アルミホイルが貼られている面がカメラの側を向いていることを確認します。
4. 放射率を 1.0 に設定します。
5. アルミホイルの反射温度を測定し、記録します。



アルミホイルの見かけ温度を測定します。

28.2.1.2　ステップ2： 放射率の決定

1. サンプルを置く場所を選択してください。
2. 以前の手順に応じて、反射された明らかな温度を決定及び設定してください。
3. サンプル上に高い放射率を持つ電子テープを置いてください。
4. サンプルを最低、室温より20K暖めてください。 温めるのは均等でなくてはなりません。
5. カメラをフォーカス及び自動調整し、画像をフリーズします。
6. レベル と スパン を画像の最高の明るさとコントラスト用に調整します。
7. テープの放射率に設定します (通常 0.97)。
8. 以下の計測機能のひとつを使って、テープの温度を計測してください。
   - アイソサーモ (温度の測定と、サンプルが均等に温まっていることの確認の両方に有用)
   - スポット (より単純)
   - ボックス 平均(異なる放射率を持つ表面に最適)
9. 温度を記録します。
10. 計測機能をサンプル表面に動かします。
11. 以前の計測と同じ温度になるまで放射率設定を変更してください。
12. 放射率を記録します。

注

- 無理な対流は避けてください。
- スポット反射を発生しない熱的に安定した環境を探してください。
- 不透明で、高い放射率を持つテープを使ってください。
- この方法はテープとサンプルの表面が同じ温度であることを条件とします。 同じでない場合、放射率の計測が間違っていることになります。

28.3　反射見かけ温度

このパラメータは、物体が反射する放射を補正するために使用されます。放射率が低く、物体の温度が反射温度と比較的大きく異なっている場合、反射温度を正しく設定し、反射見かけ温度を正しく補正することが重要です。

28.4　距離

距離とは、物体とカメラの前面レンズとの間の距離を指します。このパラメータは、次の 2 つの事象を補正するために使用されます。

- 対象からの放射が物体とカメラの間の待機によって吸収される
- 大気そのものからの放射がカメラによって検出される

28.5　相対湿度

カメラは、伝達率が大気の相対湿度にいくらか依存しているという事象についても補正できます。この補正を行うには、相対湿度を正しい値に設定する必要があります。

短距離および通常湿度の場合、相対湿度は通常、50% の初期値のままにしてかまいません。

28.6 その他のパラメータ

上記だけでなく、FLIR Systems 製のカメラおよび解析プログラムの中には、次のパラメータを補正できるものもあります。

- 大気温度 – つまり、カメラと対象物との間の大気の温度
- 外部光学系温度 – つまり、カメラ前面で使用される任意の外部レンズや窓材の温度
- 外部光学系透過率 – つまり、カメラ前面で使用される任意の外部レンズや窓材の伝達率

29 赤外線技術の歴史

1800 年まで、電磁波スペクトルに赤外線部分が存在することなど誰も想像していませんでした。熱放射の一種としての赤外線スペクトル (または「赤外線」) そのものの重要性は、Harschel によって 1800 年に赤外線部分が発見されたときよりも特筆すべきものではなくなっています。

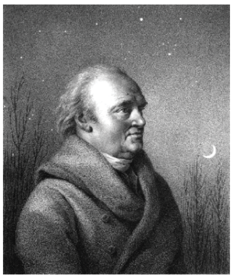


図 **29.1** William Herschel 卿 (1738–1822)

新しい光学材料の研究中に偶然発見されたものでした。William Herschel 卿 (イギリス王ジョージ三世の王室天文学者、天王星の発見で有名) は、太陽観測中に望遠鏡の太陽画像の明るさを低減するための光学フィルタ材料を研究していました。異なる色ガラスのサンプルでテストを行うと、明るさは同じように低減されていましたが、サンプルの中には太陽熱をほとんどまったく通さないことに興味をそそられました。それに対し、他のサンプルでは太陽熱をほとんど透過させ数秒観察するだけで目を損傷する危険があるほどでした。

Herschel は、熱を最大限に減少させると同時に明るさも希望通りに減少させるただ 1 つの素材を見つけるために、ただちに系統だった実験を行う必要あると確信しました。実験は、実際にニュートンのプリズム実験を繰り返す方法で始まりましたが、スペクトルの視覚的な光の分布強度よりも、加熱効果を探すものでした。まず、感度の高い水銀封入ガラス温度計のバルブをインクで黒くし、これを放射線検出器として使用して、太陽光をガラス プリズムに通すことで机の上にさまざまな色のスペクトルを形成させ、その加熱効果をテストしていきました。太陽光の外に置いた他の温度計は、制御の役目を果たしました。

黒くした温度計をスペクトルの色に沿ってゆっくり動かしていくと、青紫の端から赤い端へ向かうにしたがって、温度計の目盛りは一定に上昇していきました。これは、まったくの予想外の結果というわけではありませんでした。イタリアの研究者、Landriani が、すでに 1777 年に似たような実験を行い、同様の結果を得ていたからです。ただし、Herschel の特筆すべき点は、加熱効果が最大に達するポイントがあるはずであり、スペクトルの可視部分に限定された測定では、このポイントの検索に失敗したと初めて気付いたことにあります。

図 **29.2** Marsilio Landriani (1746–1815)

温度計を赤いスペクトルの端から暗い領域に動かしたところ、Herschel は温度が引き続き上昇することを確認しました。彼が発見した最高点は、赤色の端を越えたところにありました。これが今日「赤外線波長域」として知られている部分です。

Herschel がこの発見を発表したとき、彼は電磁波スペクトルのこの新しい領域を「熱スペクトル」と表現しました。 Herschel は、その放射そのものを「黒体熱」や単に「不可視光線」と呼びました。皮肉なことに、一般的な見方とは異なり、「赤外線」という用語は Herschel から発しているのではありません。その言葉は 75 年ほど後に

印刷物に登場しましたが、依然としてだれから端を発しているかは分かっていません。

Herschel の初期実験でのプリズム ガラスの使用は、赤外線波長域の実在性について、当初同時代の研究者との間に論議を呼びました。別の研究者が、Herschel の研究を実証するため、いろいろな種類のガラスを見境なく使用して、赤外線部の異なる透明性を見出しました。彼の実験によって、Herschel は制限されたガラスの透明性から熱放射の新たな発見に気づきました。彼は、赤外線の研究が反射要素によって排他的に使用される運命にあると結論せざるを得ませんでした。幸いにも、イタリア人の研究者によって、彼の理論の正しさが証明されました。Melloni は、自然岩塩 (NaCl) が赤外線を通すことを発見しました。岩塩は、レンズやプリズムを作ることができるほど大きな天然の結晶です。この結果により、岩塩は主な赤外光学材料となり、1930 年に合成結晶成長の技術が習得されるまで 100 年ほどにわたって使用されました。

図 **29.3** Macedonio Melloni (1798–1854)

温度計は、放熱検出器として 1829 年まで使用されました。この年に Nobili が熱電対を発明しました。(Herschel の温度計は 0.2 °C まで読むことができましたが、後のモデルでは 0.05 °C まで読むことができるようになりました)その後、飛躍的な進歩があり、Melloni が、複数の熱電対を接続して最初の熱電対列を作成しました。この新しい機器は、当時熱放射の検出に使用されていた温度計の 40 倍以上も感度が高いものでした。人からの熱を 3 メートル離れたところから検出する能力がありました。

初めての「熱写真」の撮影は、 John Herschel の研究の結果 1840 年に可能になりました。John Herschel は赤外線の発見者および有名な天文学者の息子であり、親譲りの才能がありました。薄い油膜の蒸発の違いによって、露出した熱パターンを油膜に当てると、反射光によって熱画像を見ることができます。油膜の干渉効果によって肉眼で画像を確認できます。John は、紙に熱画像の簡単な記録を取ることも考案し、「サーモグラフ」と呼びました。

図 **29.4** Samuel P. Langley (1834–1906)

赤外線検出器の感度の向上は、非常にゆっくりしたものでした。次の飛躍的な前進は、Langley によるもので、1880 年にボロメータが発明されました。この装置は、ホイートストン ブリッジ回路の 1 つのアームに接続された白金の黒い薄片で構成され、その上に赤外線が焦点を合わせ、それに対して感度の高い検流計が反応するものです。この装置では、400 メートル離れたところにいる牛の熱を検出できたと言われています。

英国の科学者、James Dewar 卿は初めて液化ガスを冷却材 (たとえば、温度が -196 °C の液体窒素) として使用し、低温調査を行いました。1892 年に彼は特殊な真空断熱コンテナを発明し、液化ガスを数日保管できるようにしました。よく使われている「魔法瓶」は、彼の発明が元になっており、熱い飲み物や冷たい飲み物を保存しておくことができます。

1900 年から 1920 年の間に、世界の発明者たちが赤外線を「発見」しました。多くの特許が、人、大砲、飛行機、船や氷山を検出する機器のために発行されました。近代において、最初の操作システムは 1914 年から 1918 年の戦争中に開発され始め、両陣営において軍事目的で赤外線の研究プログラムが進められました。これらのプログラムには、敵の侵入の検出、遠隔温度検出、確実な通信、ミサイル誘導のための実験的なシステムが含まれます。この期間にテストされた赤外線検知システムは、接近してくる飛行機であれば 1.5 キロメートル、人であれば 300 メートル離れたところから検出できました。

この時代までのほとんどの検知システムはボロメータのさまざまな概念を元にしたものでしたが、次の大戦までの期間に、画像変換機と光子検出器という 2 つの革新的な赤外線検出器が開発されました。当初、歴史上初めて見張りが実際の暗闇でも見ることができようになったため、軍事面から画像変換機は大きな注目を受けました。ただし、画像変換機の感度は赤外線波長域の付近に限定されており、ほとんどの軍事標的 (兵士など) は赤外線検出ビームで照らされている必要がありました。これは、見張りの場所を同じように装備している敵の見張りに明らかにしてしまう危険があったため、画像変換機への軍事面での関心が薄れていったのは当然のことと言えます。

「能動的」熱画像システム (検出ビームが必要) の軍事戦術的に不利な点によって、続く 1939 年から 1945 年までの戦争で研究に拍車がかかり、多くの軍事特殊機関が赤外線検知プログラムで、非常に繊細な光子検出機による「受動」システム (検出ビーム不要) を開発するようになりました。この期間は、軍事機密規則によって、熱画像技術の状況の公開が完全に禁止されるようになりました。1950 年半ばに機密が解除されるようになり、このときから民間の科学者や産業で、十分の熱画像機器がついに使用できるようになりました。

30 サーモグラフィの理論

30.1 はじめに

赤外線の被写体と関連するサーモグラフィ技術は、赤外線カメラを使用しようとしている多くの人々にとって未だ新しいままです。このセクションでは、サーモグラフィの背後にある理論について説明します。

30.2 電磁スペクトル

電磁スペクトルは、「バンド」と呼ばれる多数の波長領域に任意に分割され、赤外線の生成および検出に使用する方式で識別されます。電磁スペクトルのさまざまなバンドにある赤外線は基本的に同じです。赤外線はすべて同じ法則で規定されており、波長による違いがあるのみです。

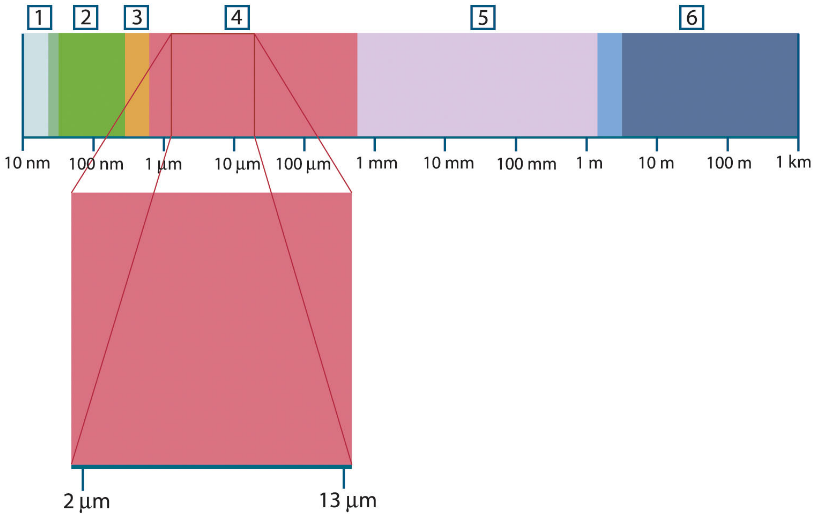


図 **30.1** 電磁スペクトル。1：X 線、2：紫外線、3：可視像、4：赤外線、5：マイクロ波、6：電波。

サーモグラフィは赤外線スペクトル バンドを利用します。短波長の末端部では、境界は可視光の限界点に深い赤色で存在します。長波長の末端部では、境界はミリメートルの範囲でマイクロ波の電波長と融合します。

多くの場合、赤外線バンドはさらに 4 つの小さなバンドに再分割されます。こうしたバンドの境界も任意に選択されます。そうしたバンドには、近赤外線 (0.75–3 µm)、中赤外線 (3–6 µm)、遠赤外線 (6–15 µm) および極赤外線 (15–100 µm) があります。波長は µm (マイクロメートル) で提供されますが、このスペクトル範囲での測定には他の単位も未だよく使用されています (例: ナノメートル (nm)、オングストローム (Å)。

それぞれの波長測定値の関係は次のとおりです。

$$10\ 000\ \text{Å} = 1\ 000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

30.3 黒体放射

黒体とは、任意の波長にて、黒体上に衝突する放射線をすべて吸収する物体のことです。放射線を発散する物体に関して明らかに誤った呼び名である「黒」については、Kirchhoff の原則 (*Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887 より命名) で説明されています。この原則には、任意の波長にてすべての放射線を吸収できる物体は、放射線の発散も同様に可能であると記載されています。

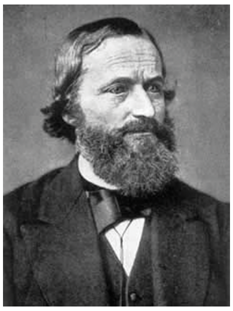


図 **30.2** Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

黒体源の構造は原理的には非常に単純です。不透明な吸収素材で作られた均一温度の空洞にある開口部の放射特性は、黒体の特性とほぼ同じです。完全な放射線吸収体へのこの法則の実際の用途には、いずれかの側面にある開口部を除いて光を遮断された箱があります。その穴に入り込む放射線は、反射が繰り返されることによって分散され吸収されるため、微量の断片のみが場合によっては逃れられる程度です。開口部で取得される黒度は、黒体とほぼ等しく、すべての波長に対してほぼ最適です。

こうした均一温度の空洞に適切なヒーターを備えると、空洞は空洞放射体と呼ばれるものになります。均一の温度に暖められた均一温度の空洞は黒体放射を生成します。この黒体放射の特徴は、空洞の温度のみにより決まります。こうした空洞放射体は一般的に、ラボにて温度基準ゲージの放射源として、たとえば FLIR Systems カメラなどのサーモグラフィ機器のキャリブレートに使用されます。

黒体放射の温度が 525°C (977°F) を超えると、光源が見えるようになり始め、目にはもはや黒とは写らなくなります。これは放射体の初期の赤い熱温度であり、さらに温度が上昇するにつれてオレンジや黄色になります。実際、物体のいわゆる色温度とは、同じ色を得るために黒体が熱せられる必要がある温度と定義されています。

ここで、黒体から発散される放射線を説明する 3 つの式について考えてみましょう。

30.3.1 Planck の法則

図 **30.3** Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) は、黒体からの放射線のスペクトル分布を次の演算式を使用して説明することができました。

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{hc/\lambda kT} - 1\right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

ここで、

$W_{\lambda b}$	波長 λ での黒体スペクトル放射発散度。
c	光速 = 3 × 10^8 m/s
h	Planck の定数 = 6.6 × 10^{-34} ジュール秒
k	Boltzmann の定数 = 1.4 × 10^{-23} ジュール/K

T	黒体の絶対温度 (K)。
λ	波長 (μm)。

注
カーブのスペクトル放射は W/m^2、μmで表現されるため、10^{-6} の係数が使用される。

さまざまな温度をグラフで描画すると、Planck の演算式は一連の曲線を生成します。いずれかの特定の Planck 曲線に従い、スペクトル発散度は λ = 0 にてゼロとなり、急速に上昇して波長 λ_{max} にて最大となります。これを通過すると、非常に長い波長にて再度ゼロに近づきます。温度が上昇するにつれて、最大値が発生する波長は短くなります。

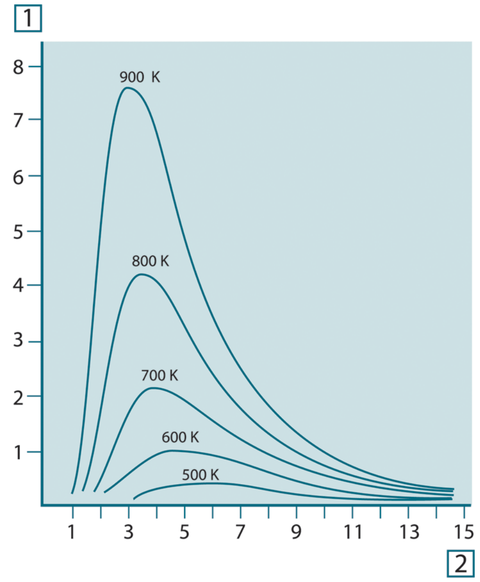


図 **30.4** Planck の法則に従ってさまざまな絶対温度に対して描画された黒体スペクトル放射発散度。1 : スペクトル放射発散度 (W/cm^2 × 10^3(μm))、2 : 波長 (μm)

30.3.2 Wien の変位の法則

λ に関して Planck の演算式を差別化し、最大値を見つけると、次の演算式が得られます。

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T}[\mu m]$$

これは、Wien の演算式 (*Wilhelm Wien*, 1864–1928 より命名) であり、熱放射体の温度が上昇するにつれて色が赤からオレンジまたは黄色へ変化する一般的な観察を数学的に表したものです。色の波長は λ_{max} に対して計算される波長と同じです。任意の黒体温度の λ_{max} 値の適切な近似値は、経験則 3 000/T μm を適用することで得られます。そのため、青みがかった白色の光を発散するシリウスなどの非常に熱い星 (11 000 K) は、0.27 μm の波長にて、不可視の紫外線スペクトル内で発生するスペクトル放射発散度のピークで放射します。

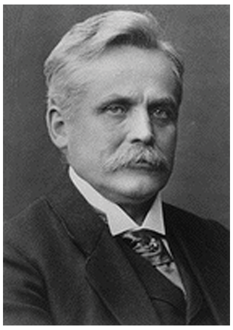


図 **30.5** Wilhelm Wien (1864–1928)

太陽 (約 6 000 K) は可視光スペクトルの中間の約 0.5 µm をピークとして黄色の光を発散します。

室温 (300 K) では、放射発散度のピークは遠赤外線にて 9.7 µm であり、液体窒素の温度 (77 K) では、ほぼ微少な量の放射発散度は超赤外線波長にて 38 µm となります。

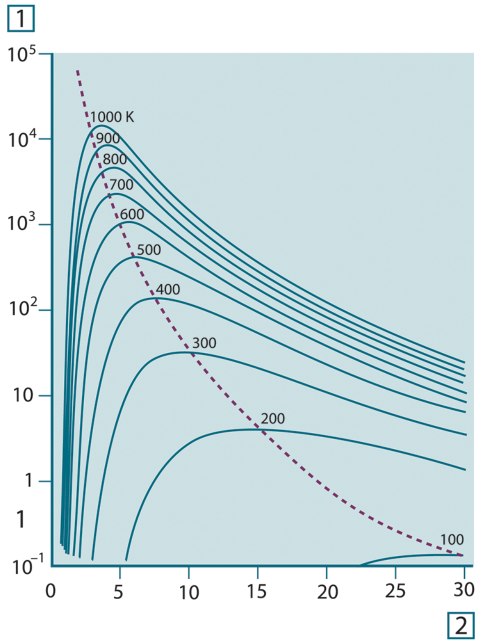


図 **30.6** 100 K から 1000 K までの半対数目盛で描画された Planckian の曲線。点線は、Wien の変位の法則で説明した各温度での最大放射発散度の軌跡を表しています。1： スペクトル放射発散度 (W/cm² (µm))、2：波長 (µm)。

30.3.3 Stefan-Boltzmann の法則

Planck の演算式を λ = 0 から λ = ∞ に積算すると、以下の黒体の総合放射発散度 (W_b) が得られます。

$$W_b = \sigma T^4 \ [\mathrm{Watt/m^2}]$$

これは、Stefan-Boltzmann の演算式 (*Josef Stefan* (1835 年 ~ 1893 年) および *Ludwig Boltzmann* (1844 年 ~ 1906 年より命名) であり、黒体の総合放射力がその絶対温度の 4 の累乗と比例することを表しています。グラフ化すると、W_b は、特定の温度に対する Planck の曲線の下部の領域を表しています。λ = 0 から $λ_{max}$ までの間隔の放射発散度は全体の 25% のみであることが示され、これは可視光スペクトル内に入る太陽の放射線量とほぼ同じです。

図 **30.7** Josef Stefan (1835–1893)、および Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Stefan-Boltzmann の演算式を使用して、300 K の温度および約 2 m^2 の外面エリアで人体から放射される力を計算すると、1 kW となります。体温または衣服を追加した温度と大きく異ならない室温では、周囲表面からの放射線の補正吸収がなければ、この力損失を維持することはできません。

30.3.4 非黒体発散体

これまで、黒体放射体および黒体放射について説明してきました。しかし、実際の物体はほとんどの場合、特定のスペクトル間隔では黒体の性質に近づくことはありますが、拡張された波長領域を超えるとこうした法則には当てはまりません。たとえば、ある種の白色塗料が可視光スペクトルにおいて完全な白に見える場合がありますが、約 2 µm では「灰色」に、3 µm を超えると、ほぼ「黒」になります。

実際の物体が黒体のように振舞わなくさせる、起こりうるプロセスは 3 つあります。つまり、入射放射線の成分 α は吸収され、成分 ρ は反射し、成分 τ は透過されます。こうした 3 つの成分すべては多かれ少なかれ波長に依存しているため、下付き文字 λ は、その定義のスペクトル依存性を暗示するために使用されています。そのため、

- 分光吸収率 α_λ = 物体に入射する分光放射と物体が吸収する分光放射の比。
- 分光反射率 ρ_λ = 物体に入射する分光放射と物体が反射する分光放射の比。
- 分光透過率 τ_λ = 物体に入射する分光放射と物体を透過する分光放射の比。

これら 3 つの要因の合計は必ず任意の波長における全体となるため、次の関係が成り立ちます。

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

不透明な素材では $\tau_\lambda = 0$ であり、関係は次のように簡素化されます。

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

放射率と呼ばれる別の成分は、特定の温度にて物体が生成する黒体の放射放射率の成分 ε を説明するのに必要となります。よって、次の定義が得られます。

分光放射率 ε_λ = 同一の温度および波長において黒体から発せられる分光放射と物体から発せられる分光放射の比。

数学的に表現すると、これは、物体の分光放射率と黒体の分光放射率の比として次のように記載できます。

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

一般的に、放射源には 3 つの種類があり、それぞれの分光放射率が波長に応じて変化する方法によって識別されます。

- 黒体、$\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- 灰色体、$\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$ 未満の定数
- 選択放射体、ε は波長に応じて変化する

Kirchhoff の法則によると、どんな素材の場合も、物体の分光放射率と分光吸収率は、任意の特定の温度および波長では等価となります。つまり、

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

得られた結果から、不透明な素材の場合は次のようになります ($\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$ であるため)。

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

よく磨かれた素材の場合、ε_λ はゼロに近づき、完全な反射素材 (例: 完璧な鏡) の場合は次のようになります。

$$\rho_\lambda = 1$$

灰色体放射体の場合、Stefan-Boltzmann の演算式は次のようになります。

$$W = \varepsilon\sigma T^4 \ [\mathrm{Watt/m^2}]$$

これは、灰色体の総放射が、灰色体からの ε の値に比例して低下させた同じ温度での黒体と同じになることを示しています。

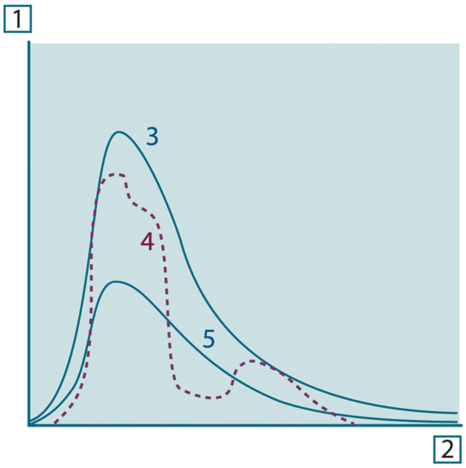


図 **30.8** 3 種類の放射体の分光放射放射率。1： 分光放射放射率、2：波長、3：黒体、4：選択放射体、5：灰色体。

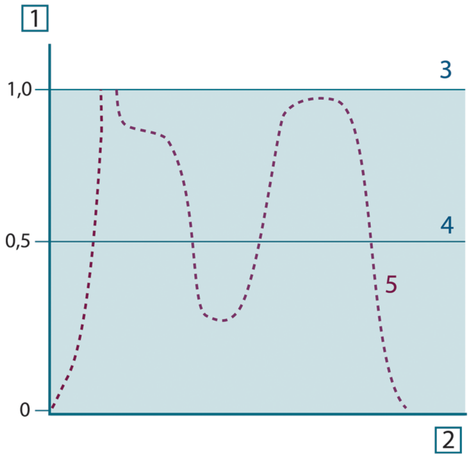


図 **30.9** 3 種類の放射体の分光放射率。1： 分光放射率、2：波長、3：黒体、4：灰色体、5：選択放射体。

30.4 赤外線半透過性素材

次に、非金属の半透過体、つまり、厚いプラスチック素材の平板などについて考えてみましょう。板を熱すると、その体積内で生成される放射線は、一部を吸収されながら素材を通して表面に向かって働きます。さらに、放射線が表面に達すると、そのうちのいくらかは内部に反射し戻されます。反射しもどされた放射線はふたたび一部が吸収されながら、反対側の表面に到達し、その表面からほとんどの放射線は脱出し、一部は再度反射し戻されます。この累進的な反射はだんだん弱くなりますが、板の総放射率を得る際にはすべてを総計する必要があります。結果として得られる等比級数を合計すると、半透過性の板の有効な放射率は次のようになります。

$$\varepsilon_\lambda = \frac{(1-\rho_\lambda)(1-\tau_\lambda)}{1-\rho_\lambda\tau_\lambda}$$

板が不透明となると、この演算式は単一の演算式に縮小されます。

$$\varepsilon_\lambda = 1-\rho_\lambda$$

この最終的な関係式は、放射率を直接測定するより反射率を測定するほうが容易である場合も多いため、特に便利な式です。

31 測定演算式

すでに述べたとおり、物体を表示する場合、カメラが受け取る放射線は物体自体からだけではありません。物体表面を介して反射される周辺からの放射線も収集されます。これらの 2 つの放射線の影響は、測定過程に存在する大気によってある程度吸収されます。さらに、大気自体からの 3 つ目の放射線の影響が加わります。

測定状態についてのこの説明は、下図に示すとおり、現実の測定においても同様です。無視されたものには、たとえば、大気中に分散する太陽光や視界外部のきわめて強い放射線源からの迷放射線などがありえます。しかし、こうした妨害は定量化が難しく、ほとんどの場合、それらは無視できるほどに小さいものです。無視できない場合、測定構成は、少なくとも教育を受けたオペレータには妨害のリスクが明白である場合が多いのです。その場合、たとえば、測定の向きを変更したり、きわめて強い放射線源を遮断したりして妨害を避けるために測定状態を修正するのはオペレータの対応力となります。

下図を使用して、キャリブレートしたカメラ出力からの物体温度を計算するための演算式を得ることができます。

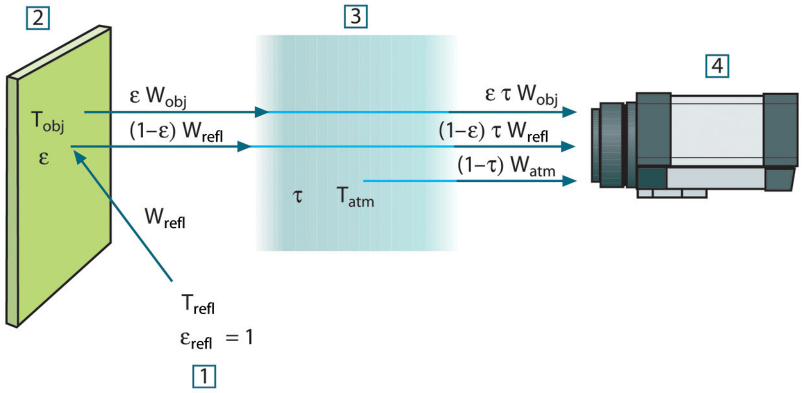


図 **31.1** 一般的なサーモグラフィ測定状態の図式表示。1：周囲、2：物体、3：大気、4：カメラ

短距離上にある温度 W の黒体源から受け取られる放射 T_{source} により、放射入力 (放射リニア カメラ) と比例するカメラ出力信号 U_{source} が生成されます。ここで次の式が成り立ちます (方程式 1)。

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

または、簡易表記では次のようになります。

$$U_{source} = CW_{source}$$

ここで、C は定数を表します。

そのため、放射線源が放射率 ε の灰色体である場合、受け取られる放射線は εW_{source} となります。

ここで、収集される 3 つの放射力条件を定義できます。

1 – 物体からの放射 = $\varepsilon\tau W_{obj}$、ここで ε は物体からの放射量を表し、τ は大気の伝達率を表します。物体温度は、T_{obj} です。

2 – 周囲からの反射放射 = $(1 - \varepsilon)\tau W_{refl}$、ここで $(1 - \varepsilon)$ は物体の反射率を表します。外気源の温度は T_{refl} です。

温度 T_{refl} は、物体表面上のあるポイントから見える半球内にあるすべての発散表面の温度と同じであると想定されています。もちろん、時にこれは実際の状態を簡素化したものとなります。ただし、これは有効な演算式を得るには必要な簡素化であり、T_{refl} は (少なくとも論理的には) 複雑な周囲の有効な温度を表した値として付与できます。

また、周囲の放射率を 1 と想定していることにも注意してください。これは、Kirchhoff の法則に則った適切な値です。周囲表面上に衝突するすべての放射線は、最終的にその同じ表面によって吸収されます。そのため、放射率は 1 となります。(ただし、最近の論議では、物体周辺の全球を考慮する必要があると言われています。)

3 – 大気からの放射 = (1 – τ)τW_{atm}、ここで (1 – τ) は大気の放射率を表します。大気の温度は、T_{atm} です。

受け取られる総放射力は次のように記述できます (方程式 2)。

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1-\varepsilon)\tau W_{refl} + (1-\tau)W_{atm}$$

各条件に方程式 1 の定数 C を掛け、同方程式に従い、対応する CW で U の積を置き換えると、次の式が得られます (方程式 3)。

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1-\varepsilon)\tau U_{refl} + (1-\tau)U_{atm}$$

U_{obj} に対して方程式 3 を解くと次のようになります (方程式 4)。

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau}U_{tot} - \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}U_{refl} - \frac{1-\tau}{\varepsilon\tau}U_{atm}$$

これは、すべての FLIR Systems サーモグラフィ機器で使用される一般的な測定演算式です。演算式の電圧は次のようになります。

テーブル **31.1** 電圧

U_{obj}	温度 T_{obj} の黒体に対する計算されたカメラ出力電圧。例: 実際の要求された物体温度に直接変換できる電圧。
U_{tot}	実際の測定されたカメラ出力電圧。
U_{refl}	キャリブレーション応じた、温度 T_{refl} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。
U_{atm}	キャリブレーション応じた、温度 T_{atm} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。

操作時には、計算には多数のパラメータ値を入力する必要があります。

- 物体の放射率 ε
- 相対湿度
- T_{atm}
- 物体の距離 (D_{obj})
- 物体周辺の (有効な) 温度または反射周辺温度 T_{refl}
- 大気の温度T_{atm}

実際の正確な放射率や大気伝達率の値を見つけるのは通常容易ではないため、オペレータにとってこれは時に困難な作業となる場合があります。周辺に大量の強力な放射線源がない場合、これら 2 つの温度は通常問題にはなりません。

この関係において問題となるのは、こうしたパラメータの正しい値を知ることの重要性についてです。しかし、いくつかの異なる測定を検討したり、3 つの放射線条件の相対的な重要性を比較することで、こうした問題がすでに存在するという印象を受けるのは興味深いこととも言えます。どのパラメータの適切な値をいつ使用することが重要かということについての指針を与えてくれるからです。

この後に示す図では、3 つの異なる物体温度、2 つの放射率、および 2 つのスペクトル範囲 (SW と LW) に対して 3 つの放射線が与える影響の相対的な重要性を示しています。残りのパラメータには次の固定値があります。

- τ = 0.88
- T_{refl} = +20°C
- T_{atm} = +20°C

最初の測定では「妨害」放射線源は比較的強力であるため、低い物体温度の測定は、高温の測定より重要であることは明白です。物体の放射率も低い場合、状態はずっと難しくなります。

ここでやっと、補外法と呼ばれる最高キャリブレーション ポイントより上のキャリブレーション曲線を使用できるようにすることの重要性についての質問に答えることができます。ある測定にて、U_{tot} = 4.5 ボルトを測定していると想定してみます。カメラの最高キャリブレーション ポイントは、4.1 ボルト、オペレータの知らない値の順でした。そのため、物体がたまたま黒体 (例: U_{obj} = U_{tot}) である場合であっても、実際には 4.5 ボルトを温度に変換する際のキャリブレーション曲線を補外法で推定することになります。

ここで、物体が黒ではなく、0.75 の放射率と途中の大気が 0.92 の伝達率を持っていると想定します。また、方程式 4 の 2 つの第二条件は総計で 0.5 ボルトであると想定します。方程式 4 を使用した U_{obj} の計算結果は、U_{obj} = 4.5 / 0.75 / 0.92 – 0.5 = 6.0 となります。これは、特にビデオ増幅器の出力制限が 5 ボルトである可能性があることを考えると、非常に過激な補外法といえます。ただし、このキャリブレーション曲線の応用は、電気的制限などが存在しない論理的手順であることに注意してください。カメラに信号制限がなく、5 ボルトよりずっと上の値でキャリブレートされた場合、FLIR Systems アルゴリズムのようにキャリブレーション アルゴリズムが放射物理学に基づいているなら、結果曲線は 4.1 ボルトを超えて補外法で推定された実際の曲線とまったく同じになるはずです。もちろん、そうした補外法に対する制限は存在するでしょう。

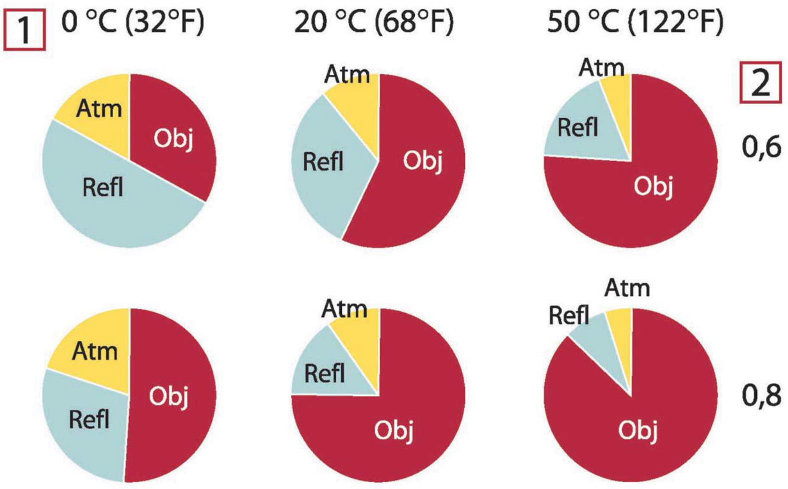


図 **31.2** 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (SW カメラ)。1: 対象物の温度、2:放射率、Obj:物体放射、Refl:反射放射、Atm:大気放射。固定パラメータ:τ = 0.88、T_{refl} = 20°C、T_{atm} = 20°C。

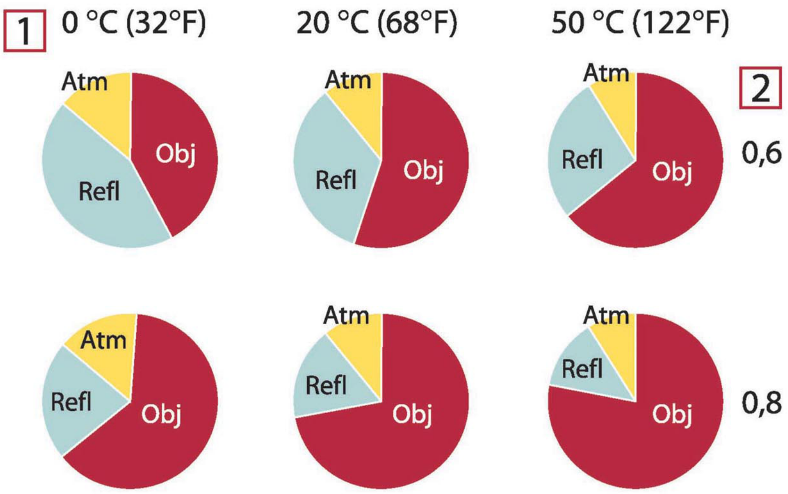


図 **31.3** 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (LW カメラ)。1: 対象物の温度、2:放射率、Obj:物体放射、Refl:反射放射、Atm:大気放射。固定パラメータ:$\tau = 0.88$、$T_{refl} = 20°C$、$T_{atm} = 20°C$。

32 放射率表

この項では、赤外線の文献および FLIR Systems の測定値からの放射率データを収集したものを提供しています。

32.1 参考文献

1. Mikaél A. Bramson 著『*Infrared Radiation, A Handbook for Applications*』Plenum press、N.Y
2. William L. Wolfe, George J. Zissis 著『*The Infrared Handbook*』Office of Naval Research、Department of Navy、Washington, D.C.
3. Madding, R. P. 著『*Thermographic Instruments and systems*』 Madison、Wisconsin: University of Wisconsin – Extension、Department of Engineering and Applied Science
4. William L. Wolfe 著『*Handbook of Military Infrared Technology*』Office of Naval Research、Department of Navy、Washington, D.C.
5. Jones、Smith、Probert 共著『*External thermography of buildings...,*』Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers、vol.110、Industrial and Civil Applications of Infrared Technology、June 1977 London
6. Paljak、Pettersson 共著『*Thermography of Buildings*』Swedish Building Research Institute、Stockholm 1972
7. Vlcek, J 著『*Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at λ = 5 µm.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing』
8. Kern 著『*Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*』Defence Documentation Center、AD 617 417
9. Öhman、Claes 共著『*Emittansmätningar med AGEMA E-Box*』 Teknisk rapport, AGEMA 1999. (AGEMA E-Box を使用した放射測定。 テクニカル レポート、AGEMA 1999)
10. Matteï, S、Tang-Kwor, E 共著『*Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between –36°C AND 82°C.*』
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32
13. ITC Technical publication 29

32.2 放射率表についての重要な注

以下の表の放射率値は、短波 (SW) カメラを使用して記録されたものです。値は、推奨値としてのみ使用すべきであり、注意して使用する必要があります。

32.3 表

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、**SW: 2 ~ 5 µm**、**LW: 8 ~ 14 µm**、**LLW: 6.5 ~ 20 µm**、**1:** 材質、**2:** 仕様、**3:** 温度 **(°C)**、**4:** スペクトル、**5:** 放射率、**6:**参照

1	2	3	4	6	6
3M タイプ 35	ビニール電気テープ (複数色)	< 80	LW	Ca. 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	LW	Ca. 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	MW	< 0.96	13
3M タイプ Super 33+	黒ビニール電気テープ	< 80	LW	Ca. 0.96	13
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	LW	Ca. 0.96	12
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	MW	Ca. 0.97	12
Nextel Velvet 811-21 黒	黒色	-60-150	LW	> 0.97	10、11
アスファルト舗装		4	LLW	0.967	8
アスベスト	粉末		ト	0.40-0.60	1

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 µm、LW: 8 ~ 14 µm、LLW: 6.5 ~ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
アスベスト	織物		ト	0.78	1
アスベスト	床タイル	35	SW	0.94	7
アスベスト	ボード	20	ト	0.96	1
アスベスト	石板	20	ト	0.96	1
アスベスト	紙	40-400	ト	0.93-0.95	1
アルミニウム	金属箔	27	10 µm	0.04	3
アルミニウム	金属箔	27	3 µm	0.09	3
アルミニウム	真空蒸着	20	ト	0.04	2
アルミニウム	研磨	50-100	ト	0.04-0.06	1
アルミニウム	研磨プレート	100	ト	0.05	4
アルミニウム	研磨、シート	100	ト	0.05	2
アルミニウム	HNO_3 に浸漬、プレート	100	ト	0.05	4
アルミニウム	受入、プレート	100	ト	0.09	4
アルミニウム	受入、シート	100	ト	0.09	2
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	SW	0.05-0.08	9
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	LW	0.03-0.06	9
アルミニウム	粗い表面	20-50	ト	0.06-0.07	1
アルミニウム	ざらざらの状態	27	10 µm	0.18	3
アルミニウム	ざらざらの状態	27	3 µm	0.28	3
アルミニウム	強度に酸化	50-500	ト	0.2-0.3	1
アルミニウム	長期にわたり風雨にさらした状態	17	SW	0.83-0.94	5
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	SW	0.47	9
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	LW	0.46	9
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	SW	0.61	9
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	LW	0.97	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	SW	0.67	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	LW	0.95	9
アルミニウム	陽極酸化シート	100	ト	0.55	2
アルミ青銅		20	ト	0.60	1
エナメル		20	ト	0.9	1
エナメル	漆	20	ト	0.85-0.95	1
エボナイト			ト	0.89	1
エメリー	荒目	80	ト	0.85	1
クロム	研磨	500-1000	ト	0.28-0.38	1

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 µm、LW: 8 ~ 14 µm、LLW: 6.5 ~ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
クロム	研磨	50	ト	0.10	1
コンクリート		20	ト	0.92	2
コンクリート	乾燥	36	SW	0.95	7
コンクリート	ざらざらの状態	17	SW	0.97	5
コンクリート	歩道	5	LLW	0.974	8
ゴム	硬質	20	ト	0.95	1
ゴム	軟質、灰色、粗目	20	ト	0.95	1
スタッコ	粗目、石灰	10-90	ト	0.91	1
ステンレス鋼	タイプ 18-8、もみ皮研磨	20	ト	0.16	2
ステンレス鋼	タイプ 18-8、800°C で酸化	60	ト	0.85	2
ステンレス鋼	シート、研磨	70	SW	0.18	9
ステンレス鋼	シート、研磨	70	LW	0.14	9
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	SW	0.30	9
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	LW	0.28	9
ステンレス鋼	合金、8% ニッケル、18% クロム	500	ト	0.35	1
ステンレス鋼	巻き取り	700	ト	0.45	1
ステンレス鋼	砂吹き	700	ト	0.70	1
スラグ	ボイラー	0-100	ト	0.97-0.93	1
スラグ	ボイラー	200-500	ト	0.89-0.78	1
スラグ	ボイラー	600-1200	ト	0.76-0.70	1
スラグ	ボイラー	1400-1800	ト	0.69-0.67	1
タイル	光沢	17	SW	0.94	5
タングステン		200	ト	0.05	1
タングステン		600-1000	ト	0.1-0.16	1
タングステン		1500-2200	ト	0.24-0.31	1
タングステン	フィラメント	3300	ト	0.39	1
タール			ト	0.79-0.84	1
タール	紙	20	ト	0.91-0.93	1
チタン	研磨	200	ト	0.15	1
チタン	研磨	500	ト	0.20	1
チタン	研磨	1000	ト	0.36	1
チタン	540°C で酸化	200	ト	0.40	1
チタン	540°C で酸化	500	ト	0.50	1
チタン	540°C で酸化	1000	ト	0.60	1
ニクロム	巻き取り	700	ト	0.25	1
ニクロム	砂吹き	700	ト	0.70	1
ニクロム	金属線、清潔	500-1000	ト	0.71-0.79	1
ニクロム	金属線、清潔	50	ト	0.65	1
ニクロム	金属線、酸化	50-500	ト	0.95-0.98	1
ニッケル	電気分解	22	ト	0.04	4
ニッケル	電気分解	38	ト	0.06	4

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 µm、LW: 8 ~ 14 µm、LLW: 6.5 ~ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
ニッケル	電気分解	260	ト	0.07	4
ニッケル	電気分解	538	ト	0.10	4
ニッケル	明マット	122	ト	0.041	4
ニッケル	研磨	122	ト	0.045	4
ニッケル	商業的純度、研磨	100	ト	0.045	1
ニッケル	商業的純度、研磨	200-400	ト	0.07-0.09	1
ニッケル	金属線	200-1000	ト	0.1-0.2	1
ニッケル	鉄に電気めっき、研磨	22	ト	0.045	4
ニッケル	電気めっき、研磨	20	ト	0.05	2
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	22	ト	0.11	4
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	20	ト	0.11-0.40	1
ニッケル	酸化	200	ト	0.37	2
ニッケル	酸化	227	ト	0.37	4
ニッケル	600°C で酸化	200-600	ト	0.37-0.48	1
ニッケル	酸化	1227	ト	0.85	4
ブリキ	シート	24	ト	0.064	4
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	SW	0.94	9
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	LW	0.93	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	SW	0.29	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	LW	0.55	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	SW	0.94	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	LW	0.91	9
ボール紙	未処理	20	SW	0.90	6
マグネシウム		22	ト	0.07	4
マグネシウム	研磨	20	ト	0.07	2
マグネシウム		260	ト	0.13	4
マグネシウム		538	ト	0.18	4
マグネシウム粉			ト	0.86	1
モリブデン		600-1000	ト	0.08-0.13	1
モリブデン	フィラメント	700-2500	ト	0.1-0.3	1
モリブデン		1500-2200	ト	0.19-0.26	1
モルタル		17	SW	0.87	5
モルタル	乾燥	36	SW	0.94	7
レンガ	シリマナイト、33% SiO_2、64% Al_2O_3	1500	ト	0.29	1

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 µm、LW: 8 ~ 14 µm、LLW: 6.5 ~ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
レンガ	耐火、マグネサイト	1000-1300	ト	0.38	1
レンガ	耐火、コランダム	1000	ト	0.46	1
レンガ	耐火、わずかに放射	500-1000	ト	0.65-0.75	1
レンガ	耐火、強度に放射	500-1000	ト	0.8-0.9	1
レンガ	耐火粘土	1200	ト	0.59	1
レンガ	耐火粘土	1000	ト	0.75	1
レンガ	耐火粘土	20	ト	0.85	1
レンガ	アルミナ	17	SW	0.68	5
レンガ	耐火煉瓦	17	SW	0.68	5
レンガ	シリカ、95% SiO_2	1230	ト	0.66	1
レンガ	ディナス シリカ、耐火	1000	ト	0.66	1
レンガ	ディナス シリカ、低光沢、ざらざらの状態	1000	ト	0.80	1
レンガ	ディナス シリカ、光沢、ざらざらの状態	1100	ト	0.85	1
レンガ	共通	17	SW	0.86-0.81	5
レンガ	耐水	17	SW	0.87	5
レンガ	赤、ざらざらの状態	20	ト	0.88-0.93	1
レンガ	赤、共通	20	ト	0.93	2
レンガ	石造り	35	SW	0.94	7
レンガ	石造り、漆喰	20	ト	0.94	1
ワニス	平坦	20	SW	0.93	6
ワニス	ぶな材の寄木床上	70	SW	0.90	9
ワニス	ぶな材の寄木床上	70	LW	0.90-0.93	9
二酸化銅	粉末		ト	0.84	1
亜鉛	研磨	200-300	ト	0.04-0.05	1
亜鉛	400°C で酸化	400	ト	0.11	1
亜鉛	シート	50	ト	0.20	1
亜鉛	表面が酸化	1000-1200	ト	0.50-0.60	1
亜鉛めっき鉄	シート	92	ト	0.07	4
亜鉛めっき鉄	シート、光沢	30	ト	0.23	1
亜鉛めっき鉄	シート、酸化	20	ト	0.28	1
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	SW	0.64	9
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	LW	0.85	9
土	乾燥	20	ト	0.92	2
土	水がしみこんだ状態	20	ト	0.95	2
塗料	アルミニウム、さまざまな経過年数	50-100	ト	0.27-0.67	1

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ~ 5 µm、LW: 8 ~ 14 µm、LLW: 6.5 ~ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
塗料	カドミウム イエロー		ト	0.28-0.33	1
塗料	クロム緑		ト	0.65-0.70	1
塗料	コバルト ブルー		ト	0.7-0.8	1
塗料	油	17	SW	0.87	5
塗料	オイル ベース、平均 16 色	100	ト	0.94	2
塗料	油、多色	100	ト	0.92-0.96	1
塗料	油、黒色平坦	20	SW	0.94	6
塗料	油、黒光沢	20	SW	0.92	6
塗料	油、灰色平坦	20	SW	0.97	6
塗料	油、灰色光沢	20	SW	0.96	6
塗料	プラスチック、黒	20	SW	0.95	6
塗料	プラスチック、白	20	SW	0.84	6
塗料	8 色で品質もさまざま	70	SW	0.88-0.96	9
塗料	8 色で品質もさまざま	70	LW	0.92-0.94	9
壁紙	薄い模様、明灰色	20	SW	0.85	6
壁紙	薄い模様、赤	20	SW	0.90	6
布	黒	20	ト	0.98	1
木材	地面		ト	0.5-0.7	1
木材	面状	20	ト	0.8-0.9	1
木材	面状ぶな材	20	ト	0.90	2
木材	白、湿った状態	20	ト	0.7-0.8	1
木材	面状ぶな材	70	SW	0.77	9
木材	面状ぶな材	70	LW	0.88	9
木材	松材、4 つのサンプル	70	SW	0.67-0.75	9
木材	松材、4 つのサンプル	70	LW	0.81-0.89	9
木材	べニヤ合板、平滑、乾燥	36	SW	0.82	7
木材	べニヤ合板、未処理	20	SW	0.83	6
木材		19	LLW	0.962	8
木材		17	SW	0.98	5
水	雪		ト	0.8	1
水	雪	-10	ト	0.85	2
水	1 層 >0.1 mm の厚さ	0-100	ト	0.95-0.98	1
水	蒸留	20	ト	0.96	2
水	氷、滑らか	-10	ト	0.96	2
水	氷、滑らか	0	ト	0.97	1
水	氷、表面に多量の霜	0	ト	0.98	1
水	霜の結晶体	-10	ト	0.98	2

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ～ 5 µm、LW: 8 ～ 14 µm、LLW: 6.5 ～ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
水酸化アルミニウム	粉末		ト	0.28	1
氷: 水を参照					
油、潤滑用	ニッケルベース上の薄膜: ニッケル ベースのみ	20	ト	0.05	2
油、潤滑用	0.025 mm の薄膜	20	ト	0.27	2
油、潤滑用	0.050 mm の薄膜	20	ト	0.46	2
油、潤滑用	0.125 mm の薄膜	20	ト	0.72	2
油、潤滑用	厚塗り	20	ト	0.82	2
漆	ざらざらの表面上のアルミニウム	20	ト	0.4	1
漆	フェノール樹脂	80	ト	0.83	1
漆	黒、マット	100	ト	0.97	2
漆	黒、つやなし	40-100	ト	0.96-0.98	1
漆	黒、つやあり、鉄に吹き付け	20	ト	0.87	1
漆	耐熱	100	ト	0.92	1
漆	3 色でアルミニウム上に吹き付け	70	SW	0.50-0.53	9
漆	3 色でアルミニウム上に吹き付け	70	LW	0.92-0.94	9
漆	白	100	ト	0.92	2
漆	白	40-100	ト	0.8-0.95	1
漆喰		17	SW	0.86	5
漆喰	粗目コート	20	ト	0.91	2
漆喰	石膏ボード、未処理	20	SW	0.90	6
炭素	ろうそくの煤煙	20	ト	0.95	2
炭素	油煙	20-400	ト	0.95-0.97	1
炭素	炭粉		ト	0.96	1
炭素	黒鉛粉		ト	0.97	1
炭素	黒鉛、表面にやすりをかけたもの	20	ト	0.98	2
発泡スチロール	絶縁	37	SW	0.60	7
白金		17	ト	0.016	4
白金		22	ト	0.03	4
白金		100	ト	0.05	4
白金		260	ト	0.06	4
白金		538	ト	0.10	4
白金		1094	ト	0.18	4
白金	純粋、研磨	200-600	ト	0.05-0.10	1
白金		1000-1500	ト	0.14-0.18	1
白金	金属線	50-200	ト	0.06-0.07	1
白金	金属線	500-1000	ト	0.10-0.16	1
白金	金属線	1400	ト	0.18	1
白金	リボン	900-1100	ト	0.12-0.17	1
皮膚	人間	32	ト	0.98	2

テーブル 32.1 T: 全域スペクトル、SW: 2 ～ 5 µm、LW: 8 ～ 14 µm、LLW: 6.5 ～ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
皮革	褐色		ト	0.75-0.80	1
真鍮	十分に研磨済み	100	ト	0.03	2
真鍮	研磨	200	ト	0.03	1
真鍮	シート、巻き取り	20	ト	0.06	1
真鍮	シート、エメリーにて処理	20	ト	0.2	1
真鍮	80 グリットのエメリーで摩擦	20	ト	0.20	2
真鍮	つやなし、変色	20-350	ト	0.22	1
真鍮	酸化	70	SW	0.04-0.09	9
真鍮	酸化	70	LW	0.03-0.07	9
真鍮	酸化	100	ト	0.61	2
真鍮	600°C で酸化	200-600	ト	0.59-0.61	1
石灰			ト	0.3-0.4	1
石膏		20	ト	0.8-0.9	1
砂			ト	0.60	1
砂		20	ト	0.90	2
砂岩	研磨	19	LLW	0.909	8
砂岩	ざらざらの状態	19	LLW	0.935	8
磁器	白、つやあり		ト	0.70-0.75	1
磁器	光沢	20	ト	0.92	1
粘土	燃焼	70	ト	0.91	1
紙	黄色		ト	0.72	1
紙	赤		ト	0.76	1
紙	青、暗色		ト	0.84	1
紙	緑		ト	0.85	1
紙	黒		ト	0.90	1
紙	黒漆で上塗り		ト	0.93	1
紙	白	20	ト	0.7-0.9	1
紙	白色接着剤	20	ト	0.93	2
紙	白、3 種類の光沢	70	SW	0.76-0.78	9
紙	白、3 種類の光沢	70	LW	0.88-0.90	9
紙	4 色	70	SW	0.68-0.74	9
紙	4 色	70	LW	0.92-0.94	9
紙	黒、つやなし	70	SW	0.86	9
紙	黒、つやなし	70	LW	0.89	9
紙	黒、つやなし		ト	0.94	1
繊維板	硬質、未処理	20	SW	0.85	6
繊維板	多孔、未処理	20	SW	0.85	6
繊維板	チップボード	70	SW	0.77	9
繊維板	チップボード	70	LW	0.89	9
繊維板	メゾナイト	70	SW	0.75	9
繊維板	メゾナイト	70	LW	0.88	9
花崗岩	研磨	20	LLW	0.849	8
花崗岩	ざらざらの状態	21	LLW	0.879	8

テーブル 32.1　T: 全域スペクトル、SW: 2 ～ 5 µm、LW: 8 ～ 14 µm、LLW: 6.5 ～ 20 µm、1: 材質、2: 仕様、3: 温度 (°C)、4: スペクトル、5: 放射率、6:参照 (続き)

1	2	3	4	6	6
花崗岩	ざらざらの状態、4 つのサンプル	70	SW	0.95-0.97	9
花崗岩	ざらざらの状態、4 つのサンプル	70	LW	0.77-0.87	9
酸化アルミニウム	活性、粉末		ト	0.46	1
酸化アルミニウム	純粋、粉末 (アルミナ)		ト	0.16	1
酸化ニッケル		500-650	ト	0.52-0.59	1
酸化ニッケル		1000-1250	ト	0.75-0.86	1
酸化銅	赤、粉末		ト	0.70	1
金	研磨	130	ト	0.018	1
金	入念に研磨	200-600	ト	0.02-0.03	1
金	十分に研磨済み	100	ト	0.02	2
鉄、鋳込	研磨	38	ト	0.21	4
鉄、鋳込	研磨	40	ト	0.21	2
鉄、鋳込	研磨	200	ト	0.21	1
鉄、鋳込	液状	1300	ト	0.28	1
鉄、鋳込	機械仕上げ	800-1000	ト	0.60-0.70	1
鉄、鋳込	酸化	38	ト	0.63	4
鉄、鋳込	酸化	100	ト	0.64	2
鉄、鋳込	600°C で酸化	200-600	ト	0.64-0.78	1
鉄、鋳込	酸化	260	ト	0.66	4
鉄、鋳込	酸化	538	ト	0.76	4
鉄、鋳込	鋳造	50	ト	0.81	1
鉄、鋳込	未加工	900-1100	ト	0.87-0.95	1
鉄、鋳込	インゴット	1000	ト	0.95	1
鉄鋼	電気分解	22	ト	0.05	4
鉄鋼	電気分解	100	ト	0.05	4
鉄鋼	電解、入念に研磨	175-225	ト	0.05-0.06	1
鉄鋼	電気分解	260	ト	0.07	4
鉄鋼	研磨	400-1000	ト	0.14-0.38	1
鉄鋼	つやあり、腐食	150	ト	0.16	1
鉄鋼	新たにエメリーにて処理	20	ト	0.24	1
鉄鋼	加工済み、入念に研磨	40-250	ト	0.28	1
鉄鋼	赤錆の付いた状態	20	ト	0.61-0.85	1
鉄鋼	重度に錆びたシート	20	ト	0.69	2
鉄鋼	赤錆付き、シート	22	ト	0.69	4
鉄鋼	重度に錆付き	17	SW	0.96	5
鉄鋼	酸化	100	ト	0.74	4
鉄鋼	酸化	100	ト	0.74	1
鉄鋼	酸化	125-525	ト	0.78-0.82	1

テーブル 32.1 **T:** 全域スペクトル、**SW: 2 ～ 5 µm**、**LW: 8 ～ 14 µm**、**LLW: 6.5 ～ 20 µm**、**1:** 材質、**2:** 仕様、**3:** 温度 **(°C)**、**4:** スペクトル、**5:** 放射率、**6:**参照 **(**続き**)**

1	2	3	4	6	6
鉄鋼	酸化	1227	ト	0.89	4
鉄鋼	高温巻き取り	20	ト	0.77	1
鉄鋼	高温巻き取り	130	ト	0.60	1
鉄鋼	低温巻き取り	70	SW	0.20	9
鉄鋼	低温巻き取り	70	LW	0.09	9
鉄鋼	強度に酸化	50	ト	0.88	1
鉄鋼	強度に酸化	500	ト	0.98	1
鉄鋼	ざらざらの状態、平面	50	ト	0.95-0.98	1
鉄鋼	研磨したシート	750-1050	ト	0.52-0.56	1
鉄鋼	接地シート	950-1100	ト	0.55-0.61	1
鉄鋼	錆びた状態、赤	20	ト	0.69	1
鉄鋼	酸化	200	ト	0.79	2
鉄鋼	酸化	200-600	ト	0.80	1
鉄鋼	つやあり酸化層、シート	20	ト	0.82	1
鉄鋼	研磨	100	ト	0.07	2
鉄鋼	巻き取り、処理したて	20	ト	0.24	1
鉄鋼	巻き取りシート	50	ト	0.56	1
鉛	非酸化、研磨	100	ト	0.05	4
鉛	つやあり	250	ト	0.08	1
鉛	酸化、灰色	20	ト	0.28	1
鉛	酸化、灰色	22	ト	0.28	4
鉛	200°C で酸化	200	ト	0.63	1
鉛赤		100	ト	0.93	4
鉛赤、粉末		100	ト	0.93	1
銀	研磨	100	ト	0.03	2
銀	純粋、研磨	200-600	ト	0.02-0.03	1
銅	電解、研磨	-34	ト	0.006	4
銅	電解、入念に研磨	80	ト	0.018	1
銅	純粋、表面は入念に準備	22	ト	0.008	4
銅	研磨、機械用	22	ト	0.015	4
銅	研磨	50-100	ト	0.02	1
銅	研磨	100	ト	0.03	2
銅	研磨、商用	27	ト	0.03	4
銅	商用、光沢	20	ト	0.07	1
銅	擦り傷	27	ト	0.07	4
銅	溶解	1100-1300	ト	0.13-0.15	1
銅	酸化	50	ト	0.6-0.7	1
銅	強度に酸化	20	ト	0.78	2
銅	酸化、黒	27	ト	0.78	4
銅	暗黒色に酸化		ト	0.88	1
錫	光沢	20-50	ト	0.04-0.06	1
錫	錫めっきしたシート状の鉄	100	ト	0.07	2

テーブル 32.1　**T:** 全域スペクトル、**SW: 2 ～ 5 µm**、**LW: 8 ～ 14 µm**、**LLW: 6.5 ～ 20 µm**、**1:** 材質、**2:** 仕様、**3:** 温度 **(°C)**、**4:** スペクトル、**5:** 放射率、**6:**参照 **(**続き**)**

1	2	3	4	6	6
雪: 水を参照					
青銅	研磨	50	ト	0.1	1
青銅	多孔、ざらざらの状態	50-150	ト	0.55	1
青銅	粉末		ト	0.76-0.80	1
青銅	燐銅	70	SW	0.08	9
青銅	燐銅	70	LW	0.06	9

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML — the eXtensible Markup Language. For more information about XML, please visit http://www.w3.org/XML/

A note on the typeface used in this publication

This publication was typeset using Linotype Helvetica™ World. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

LOEF (List Of Effective Files)

T505471.xml.4694
T505010.xml.4236
T505469.xml.4691
T505013.xml.4689
T505217.xml.4266
T505223.xml.3993
T505218.xml.4689
T505385.xml.4694
T505386.xml.4681
T505422.xml.4681
T505219.xml.4681
T505410.xml.4689
T505411.xml.4689
T505387.xml.4689
T505388.xml.4689
T505423.xml.4681
T505424.xml.4689
T505389.xml.4694
T505391.xml.4689
T505220.xml.4689
T505470.xml.4671
T505221.xml.3983
T505412.xml.4681
T505222.xml.4681
T505012.xml.4689
T505007.xml.4682
T505004.xml.2786
T505000.xml.4694
T505005.xml.4684
T505001.xml.4685
T505006.xml.4685
T505002.xml.4665

Corporate Headquarters
FLIR System, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-503-498-3547

Website
http://www.flir.com

Publ. No.:	T559772
Revision:	5296
Modified:	August 23, 2012
Formatted:	August 23, 2012